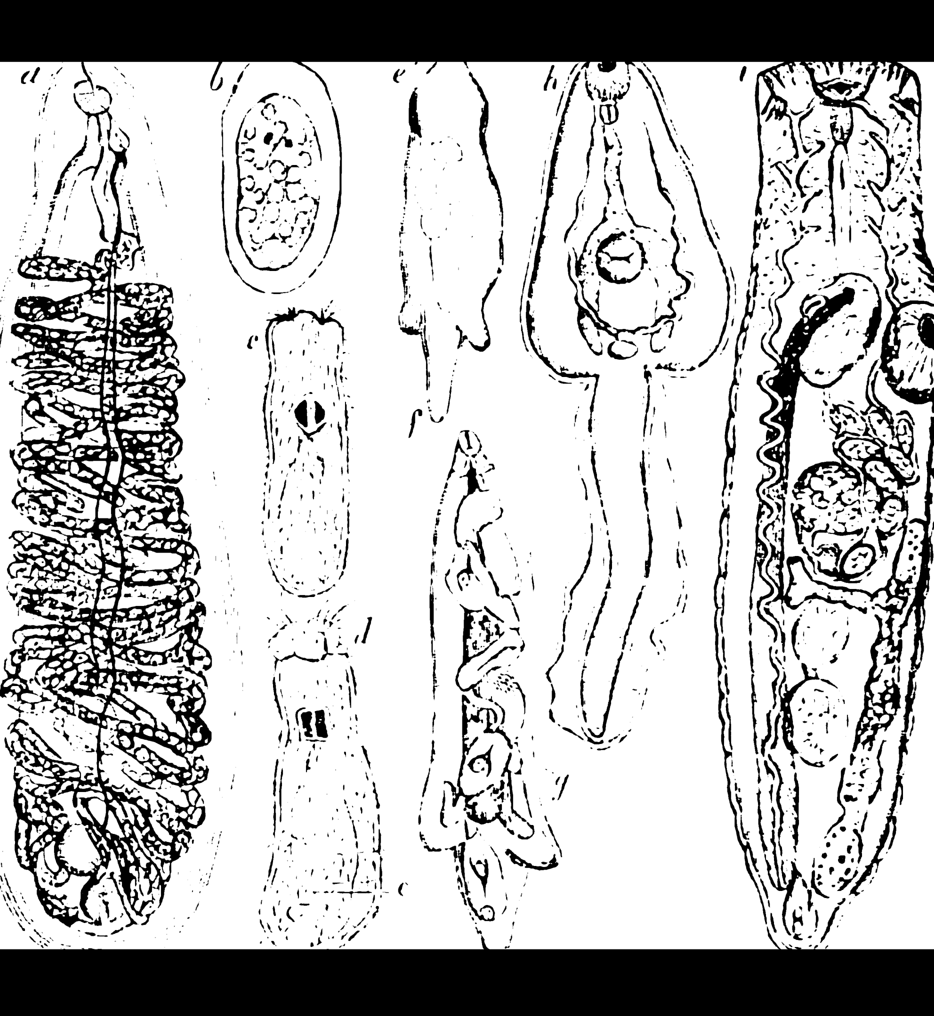
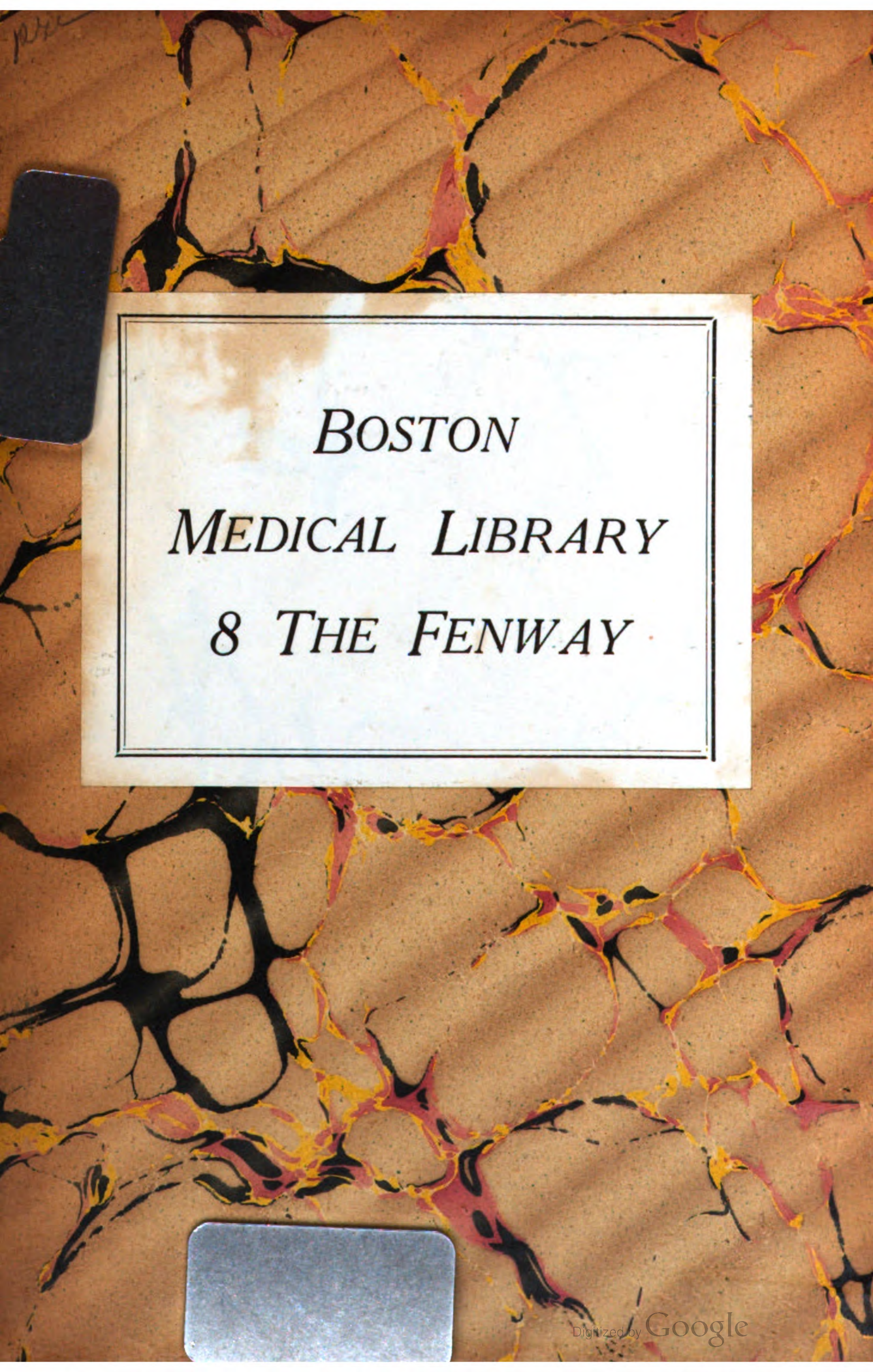
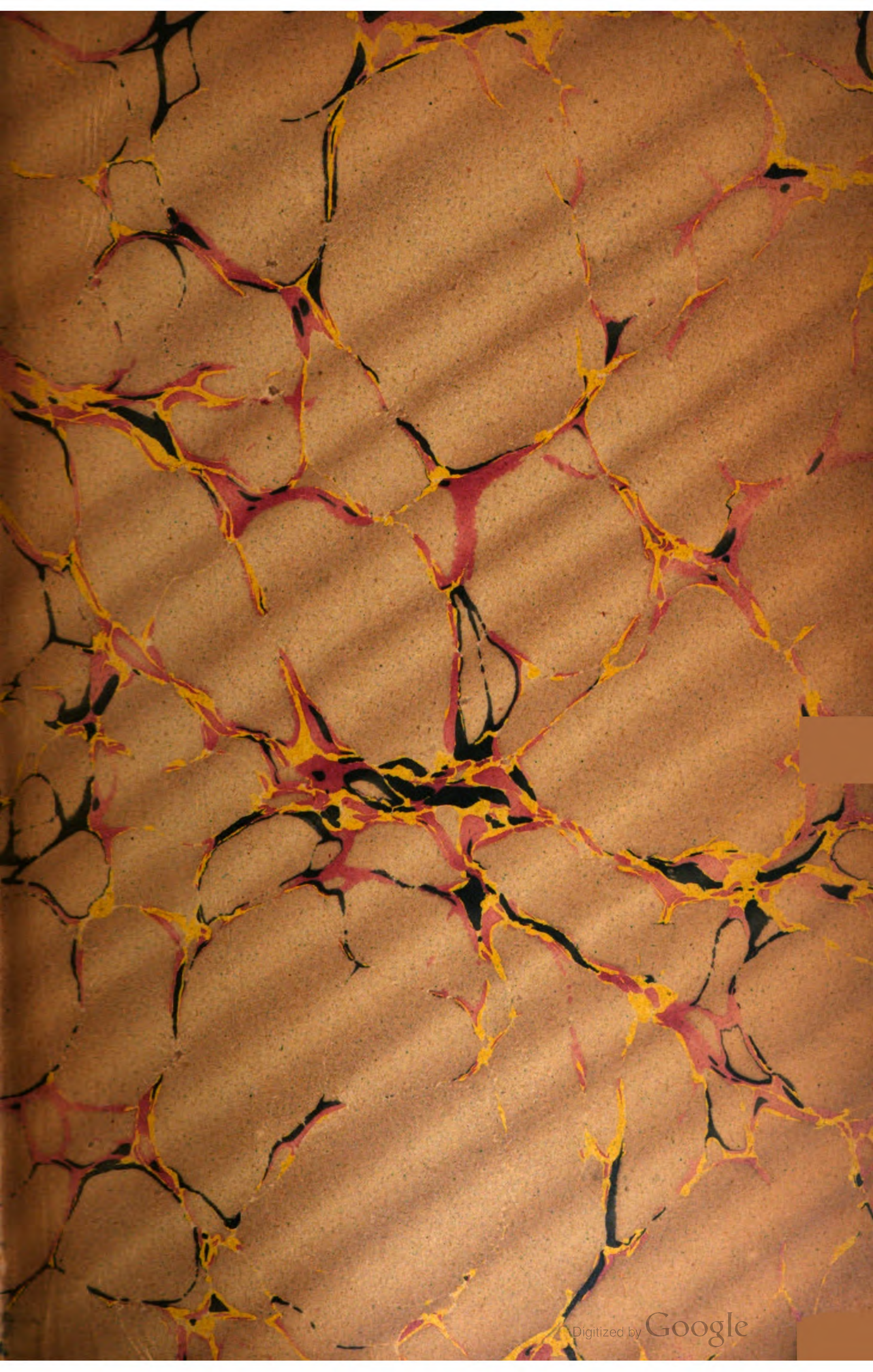


# guide pratique pour les travaux de micrographie

h. beauregard, v. galippe


BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY
Digitized by Google



# GUIDE PRATIQUE
## POUR LES TRAVAUX
# DE MICROGRAPHIE

8055-87. — Corbeil. Imprimerie Crété.

# GUIDE PRATIQUE

## POUR LES TRAVAUX

# DE MICROGRAPHIE

COMPRENANT

**LA TECHNIQUE ET LES APPLICATIONS DU MICROSCOPE**

A L'HISTOLOGIE VÉGÉTALE ET ANIMALE
A LA BACTÉRIOLOGIE, A LA CLINIQUE, A L'HYGIÈNE
ET A LA MÉDECINE LÉGALE

PAR MM. LES DOCTEURS

**H. BEAUREGARD**
Professeur agrégé à l'École supérieure
de Pharmacie,
Aide-naturaliste au Muséum.

**V. GALIPPE**
Ancien chef des travaux pratiques
de micrographie à l'École supérieure
de Pharmacie,
Chef de Laboratoire à la Faculté
de médecine.

---

**Deuxième édition entièrement refondue**

AVEC 586 FIGURES DANS LE TEXTE

---

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

M DCCC LXXXVIII

# PRÉFACE DE LA SECONDE ÉDITION

Lorsque nous avons écrit ce manuel, nous nous étions donné pour but, de fournir à tous ceux qui, par leurs études ou leur profession, doivent recourir à l'usage du microscope, des renseignements sur la plupart des sujets que l'on peut avoir à traiter.

Nous avions voulu faire de notre *Guide pratique de Micrographie* une sorte de bibliothèque réduite à sa plus simple expression, dans laquelle le chercheur aussi bien que le praticien auraient sous la main des renseignements précis, faciles à compléter quand cela serait nécessaire par de nombreuses indications bibliographiques renvoyant aux traités ou aux mémoires originaux.

Cette tâche, si nous en jugeons par la peine que sa réalisation nous a coûtée, était hérissée de difficultés, et, en livrant notre œuvre au public, nous n'étions pas sans inquiétude sur l'accueil qui lui serait fait.

Le succès que nous avons rencontré, aussi bien parmi les élèves de nos laboratoires qu'auprès des praticiens, médecins, pharmaciens et vétérinaires, nous a montré que nous avions fait un livre utile, répondant à des besoins nouveaux et qui, depuis, a eu de nombreux imitateurs aussi bien en France qu'à l'étranger. C'est ce qui nous a encouragé à publier une seconde édition rendue depuis longtemps nécessaire, par le complet épuisement de la première.

Nous avons longuement hésité en raison de l'immense chemin parcouru dans ces dernières années par la micrographie,

dont l'importance grandit chaque jour au point de vue scientifique et dont les applications industrielles sont si variées et si fréquemment mises en œuvre.

Ce n'est pas tout : depuis la publication de notre première édition, la *Bactériologie* est née. Nos lecteurs savent quelle révolution profonde cette science nouvelle a opérée, quelles conséquences fécondes, étonnantes, moins par les résultats déjà acquis que par l'importance de ceux que l'avenir laisse entrevoir, elle aura sur l'hygiène sociale et individuelle, sur la médecine, sur l'industrie.

Il n'est plus permis maintenant à un pharmacien, à un vétérinaire ou à un médecin, de ne pas mettre en usage les nouveaux procédés de recherches fondés sur les doctrines bactériologiques.

Dans l'impossibilité où nous étions même de résumer les données fournies par cette science, née dans le laboratoire de notre illustre Pasteur, nous avons dû nous borner à donner des méthodes générales de détermination, de culture et de coloration des principaux micro-organismes. C'est ainsi que l'on trouvera dans cette seconde édition les indications nécessaires à la recherche des parasites, soit dans les sécrétions pathologiques (pus, crachats), soit dans les eaux employées dans l'alimentation (bacille de la fièvre typhoïde), etc.

Outre ce qui a trait à la bactériologie, nous avons ajouté à notre ouvrage un chapitre de technique appliquée à l'histologie animale. Le mode de préparation et d'examen de différents tissus a été traité avec tous les détails nécessaires, de telle sorte que cette lacune, que bon nombre de nos lecteurs nous avaient signalée avec raison, a maintenant cessé d'exister.

Tous les chapitres qui forment le *Guide pratique de Micrographie* ont été profondément remaniés et mis en harmonie avec l'état actuel de la science. Nous avons fait peu de suppressions, mais afin de ne pas augmenter outre mesure l'importance matérielle de cet ouvrage, nous avons fait imprimer en petit texte les documents d'ordre descriptif ou historique.

Nous avons eu recours, pour mener à bien ce travail, à la collaboration d'une élite de savants qui nous ont apporté avec empressement le concours de leurs connaissances spéciales. Aussi devons-nous adresser les plus vifs remerciements à MM. Henneguy et Vignal, du Collège de France, à M. Mégnin, dont le nom a été si justement attaché à l'histoire de tant de parasites, à M. Bourquelot et enfin à M. Certes, dont les travaux sont si appréciés des naturalistes.

MM. Duclaux et Malassez ont bien voulu mettre les figures de leurs différents ouvrages à notre disposition avec un désintéressement dont nous leur sommes reconnaissants.

Enfin notre éditeur, M. G. Masson, n'a rien négligé pour faciliter notre tâche et pour faire de notre *Guide pratique de Micrographie* un *outil* facile à manier.

Le *Guide pratique de Micrographie* traite de tant de sujets différents qu'une table analytique nous a paru absolument nécessaire. Grâce à cette table des matières, faite avec le plus grand soin, le lecteur pourra très facilement trouver le renseignement dont il aura besoin.

Nous serons largement récompensés de nos efforts si les lecteurs de la première édition de ce livre nous restent fidèles.

H. B. V. G.

Paris, le 15 janvier 1888.

# GUIDE PRATIQUE

## POUR LES TRAVAUX

# DE MICROGRAPHIE



---

## CHAPITRE PREMIER

### DES MICROSCOPES ET DE LEUR EMPLOI.

Nous entrerons immédiatement dans la description de ces instruments, renvoyant le lecteur aux ouvrages spéciaux pour ce qui a trait à la marche de la lumière à travers les lentilles.

On divise généralement les microscopes en *microscopes simples* et *microscopes composés*.

Les premiers ne peuvent donner que des grossissements relativement peu considérables. Ils sont très utiles pour les dissections d'objets d'un petit volume, parce qu'ils donnent des *images droites* de ces objets.

Les *microscopes composés*, au contraire, ont un pouvoir amplifiant qui peut devenir très considérable. On les utilise donc dans l'étude de l'organisation intime des êtres. Mais ils donnent des images *renversées* des objets.

Nous allons dire quelques mots de ces instruments.

### I. MICROSCOPES SIMPLES.

On distingue dans ce groupe d'instruments, caractérisés tous par ce fait qu'ils donnent des images *droites* et *amplifiées* des objets, les *loupes* et les *doublets*.

## § 1. LOUPES.

Les loupes les plus simples consistent en une seule lentille convergente, à foyer d'autant plus court qu'on veut obtenir un plus fort grossissement. En prenant des lentilles à foyer très court on pourrait donc amplifier considérablement les objets, mais on s'aperçoit très rapidement qu'il y a une limite qu'on ne saurait dépasser. En effet, le champ de vision devenant plus restreint à mesure que la distance focale de la lentille diminue, l'image perd bientôt sa netteté.

Un autre inconvénient résulte de l'aberration de sphéricité, qui devient très sensible dans les lentilles à pouvoir grossissant un peu élevé.

**Corrections des loupes.** — On arrive cependant à corriger cette aberration en supprimant les rayons lumineux qui arrivent à l'œil après avoir traversé les bords de la lentille. Pour cela on noircit les bords de la lentille, ou bien encore on interpose entre l'œil et la loupe un diaphragme qui ne laisse passer que les rayons du centre. On arrive ainsi, avec des grossissements assez puissants, à obtenir des images nettes. Il est vrai qu'elles sont moins éclairées.

**Loupes montées.** — Les lentilles grossissantes, pour être facilement maniées, sont montées dans des armatures de modèles divers suivant les besoins. Ordinairement elles sont enchâssées dans des cercles de corne ou de laiton noirci.

Lorsqu'on veut employer ces loupes aux dissections fines, il convient de les adapter à des supports qui permettent le libre usage des deux mains. On a construit pour cela des *pieds porte-loupe* de différents modèles.

Diverses conditions doivent être exigées dans la construction de ces appareils. Le pied doit être muni de branches articulées de manière à permettre de diriger la loupe qu'on y fixe dans tous les sens possibles. Il doit être très lourd, pour assurer la stabilité indispensable à une bonne observation.

Ces conditions sont généralement remplies dans les divers modèles d'instruments que l'on construit. Le pied porte-loupe articulé à crémaillère de M. Nachet (fig. 1), ainsi du reste que

maints autres modèles, répondent à tous les besoins. On doit toutefois, lorsqu'on fait l'acquisition d'un pareil instrument, s'inquiéter avec soin de l'état des articulations qui doivent être assez fortes pour supporter sans céder le poids des loupes que l'on désire y adapter, et en même temps n'être point trop serrées, de manière à permettre un jeu facile des diverses parties de la branche.

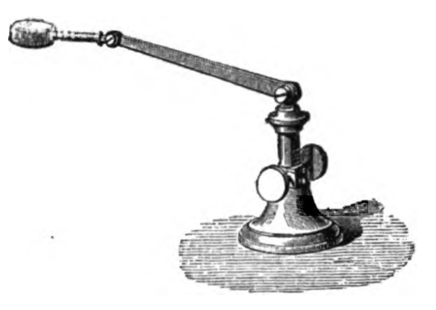


Fig. 1. — Loupe avec pied articulé.

Nous avons dit qu'avec une seule lentille on n'obtient que de faibles grossissements. Aussi construit-on de petites loupes de poche formées de plusieurs lentilles séparément enchâssées dans des cercles de corne; ces lentilles ont un pouvoir grossissant différent, et en les superposant on peut obtenir des grossissements relativement considérables.

**Loupe de Brewster dite de Collington.** — Nous mentionnons particulièrement la loupe de Brewster, qui donne d'excellentes images et un fort grossissement. Elle se compose d'un cylindre de verre dont les extrémités présentent des courbures qui en forment un appareil grossissant. A sa partie médiane, le corps du cylindre est taillé de manière à donner à l'ensemble la forme d'un sablier. La surface taillée est noircie et joue le rôle d'un diaphragme qui livre passage aux seuls rayons du centre et arrête ceux de la circonférence. Enfin le cylindre de verre est enfermé dans un tube en cuivre muni d'un manche.

**Emploi des loupes.** — Pour regarder un objet à travers une loupe et l'apercevoir aussi amplifié que possible, on doit le placer entre le foyer et la lentille, très près du foyer. L'œil de l'observateur doit être placé de l'autre côté près de la lentille,

L'emploi des loupes offre deux avantages :

1° Amplification de l'image;

2° Éclairage plus intense de l'image.

La lentille convergente qui forme la loupe permet en effet de voir distinctement à une petite distance un objet que sans elle l'œil ne voit nettement qu'à une distance de 22 centimètres (distance moyenne de la vue distincte). L'objet étant rapproché de l'œil, l'angle visuel augmente et par suite l'image est amplifiée. D'autre part elle est plus éclairée, car un certain nombre de rayons lumineux qui sans la lentille iraient frapper sur les côtés de l'œil, pénètrent par la pupille grâce à l'action convergente de l'intermédiaire employé.

D'après ce que nous venons de dire, il est superflu d'ajouter que les myopes sont favorisés dans l'étude des petits objets. Étant obligés, pour voir nettement l'objet, de le rapprocher davantage de la lentille, l'ouverture de l'angle visuel augmente, et en même temps la grandeur de l'image.

La loupe est un instrument très utile dans beaucoup de recherches peu approfondies sur la structure des objets d'histoire naturelle. Pour suppléer à son insuffisance manifeste dans beaucoup de circonstances, on a construit des instruments que nous allons décrire, et qui ont reçu le nom de *doublets*.

## § 2. DOUBLETS

Wollaston (1820) eut le premier l'idée de construire ces appareils. Modifiés plus tard par Chevalier, ils constituent aujourd'hui d'excellents instruments. La loupe, avons-nous dit, ne peut être utilisée pour obtenir des grossissements un peu forts parce qu'avec la courbure de la lentille augmente l'aberration de sphéricité. On en est réduit alors, pour corriger cette aberration à n'employer que la partie centrale de la lentille, correction qui entraîne la diminution du champ de vision et de l'éclairage.

Pour construire le doublet on s'est fondé sur les principes suivants :

1° Les lentilles *plan-convexes* donnent lieu, lorsqu'elles reçoivent les rayons lumineux par leur face plane, à une aberration de sphéricité moindre que les lentilles biconvexes.

2° Deux lentilles superposées produisent une aberration de

sphéricité beaucoup moindre qu'une seule lentille dont la longueur focale est égale à celle de l'assemblage des deux premières (Robin, *le Microscope*).

Les doublets sont donc formés de deux lentilles plan-convexes superposées dont les faces planes sont tournées vers l'objet. De ces deux lentilles, l'inférieure est plus large que la supérieure. Entre elles on interpose un diaphragme. Le tout est monté dans une garniture qui maintient fixe l'écartement des diverses pièces. Les deux lentilles du doublet agissent quant au pouvoir amplifiant et à la formation de l'image comme une loupe dont la longueur focale serait égale à celle du système de ces lentilles agissant ensemble. Le doublet est donc un microscope simple.

Pour les dissections, ces doublets sont disposés sur des pieds de modèles divers. Le microscope simple suivant nous a toujours paru d'un excellent emploi. Il se compose d'une colonne en cuivre, creuse et munie d'une crémaillère portant à son extrémité supérieure une branche en cuivre horizontale terminée par un anneau dans lequel on place le

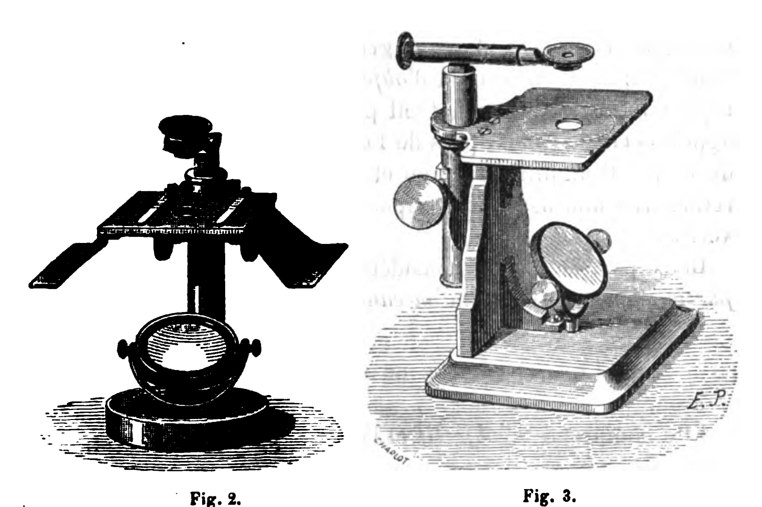


Fig. 2. Fig. 3.

doublet. Cette branche horizontale est susceptible de mouvements de latéralité ; de plus elle est formée de deux tubes em-

boîtés ; l'intérieur qui porte le doublet à son extrémité glisse à frottement doux dans le tube extérieur et est muni d'une vis de rappel comme un mouvement lent de microscope, de telle sorte que le doublet peut par son intermédiaire être dirigé en avant ou en arrière suivant le besoin.

A cette partie de l'appareil est jointe une platine percée en son centre d'une ouverture pour l'éclairage, que l'on obtient au moyen d'un miroir articulé disposé au-dessous. Enfin, de chaque côté de la platine, se trouve un plan incliné, qui, en offrant aux mains un solide point d'appui, ajoute singulièrement à la sûreté des dissections. Ces plans inclinés sont soutenus par un bâti en bois dans lequel sont ménagés des tiroirs pour les pinces et autres accessoires, et pour les doublets.

Les modèles de Nachet (fig. 2) et de Chevalier (fig. 3), que nous reproduisons, sont également de bons instruments.

## II. MICROSCOPES COMPOSÉS.

Tandis que dans les microscopes simples l'image amplifiée est transmise à l'œil sans aucun intermédiaire, dans les microscopes composés, l'image grossie par un premier jeu de lentilles qui a reçu le nom d'*objectif* (placé devant l'objet) est reprise avant d'arriver à l'œil par un second jeu de lentilles appelé *oculaire* (placé près de l'œil). Cet oculaire joue le rôle de loupe. Il amplifie l'image et la transmet finalement à la rétine. Les microscopes composés donnent des images renversées.

Deux parties sont à considérer dans un microscope : la *partie optique* et la *partie mécanique*.

### A. PARTIE OPTIQUE DU MICROSCOPE COMPOSÉ.

Elle comprend : l'*objectif* et l'*oculaire*.

#### § 3. OBJECTIF.

Les objectifs qui n'ont qu'un faible pouvoir amplifiant sont formés d'une seule lentille. Les objectifs à fort grossissement

comportent généralement un jeu de trois lentilles plan-convexes achromatiques.

Pour rendre achromatiques les lentilles employées dans les microscopes, on compose chacune d'elles de deux verres différents collés ensemble à l'aide de térébenthine sèche. L'un de ces verres est en *flint-glass*, substance qui jouit d'un pouvoir dispersif assez grand à l'égard des couleurs du spectre; l'autre en *crown-glass* qui ne possède qu'un faible pouvoir dispersif. On donne au premier une forme plan-concave, et le second, taillé en lentille biconvexe, est à demi enfoncé dans la concavité du premier. On obtient ainsi une lentille plan-convexe achromatique, c'est-à-dire donnant une image blanche grâce à la compensation qui s'établit entre la lentille de *flint* divergente, fortement dispersive et la lentille de *crown* convergente et peu dispersive. Ajoutons que la forme plan-convexe corrige également l'aberration de sphéricité du système de lentilles de l'objectif.

## § 4. OCULAIRE.

L'oculaire est toujours composé de deux lentilles plan-convexes non achromatisées et dont la convexité est tournée vers l'objet. La lentille inférieure reçoit le nom de *verre de champ*, la lentille supérieure la plus voisine de l'œil est dite *verre frontal, verre oculaire ou verre de l'œil.* L'ensemble de ces deux lentilles est souvent appelé *oculaire de Campani.* Les deux verres qui le composent sont vissés aux deux extrémités d'un tube en laiton noirci à l'intérieur et portant un diaphragme au niveau du foyer du verre de l'œil.

L'emploi de la *lentille de champ* présente trois avantages : 1° elle produit l'achromatisme de l'image; 2° elle diminue l'aberration de sphéricité en rapprochant les rayons de l'axe des lentilles; 3° elle augmente le champ du microscope en faisant pénétrer dans l'oculaire des rayons lumineux qui n'y seraient pas admis sans cette disposition (Voir pour la théorie du verre de champ, Robin, *loc. cit.*, p. 132 et suiv.).

## § 5. MARCHE DES RAYONS LUMINEUX DANS LE MICROSCOPE.

Supposons maintenant un petit objet placé devant l'objectif, un peu au delà de son foyer; une image réelle amplifiée et renversée va se former de l'autre côté de l'objectif. Mais l'oculaire doit être placé de manière que le verre de champ recueille les rayons lumineux qui ont traversé l'objectif avant que ceux-ci aient formé l'image. Le verre de champ vient donc augmenter l'effet de l'objectif, et donne finalement une image réelle renversée de l'objet, un peu plus petite, il est vrai, que ne l'aurait été la première. Cette image, grâce à la distance calculée entre le verre de champ et le verre de l'œil de l'oculaire, vient se faire en deçà du foyer principal de la lentille de l'œil. Celle-ci agit alors comme une loupe et donne à l'œil de l'observateur une seconde image encore amplifiée et virtuelle; cette loupe ne redressant pas l'image donnée par l'objectif, l'objet est vu renversé.

## B. PARTIE MÉCANIQUE DU MICROSCOPE.

Les modèles de microscopes sont aussi nombreux que les constructeurs, c'est dire qu'on en compte un très grand nombre. Ajoutons d'ailleurs qu'ils se valent tous à peu près, si l'on compare, bien entendu, les modèles sérieux. Nous décrirons pour simplifier le petit modèle de Verick, fort employé dans les laboratoires de l'École de pharmacie; ce microscope, de construction très simple, peut rendre de bons services, et, après l'avoir décrit, il nous sera facile de montrer les perfectionnements dont il est susceptible, et de donner une rapide description des modèles plus compliqués de la série Verick et de celle de Nachet.

## § 6. PETIT MICROSCOPE DE M. VERICK.

Cet instrument comporte toutes les pièces essentielles des microscopes.

Il se compose d'un pied de fonte en forme de fer à cheval,

sur lequel est fixée une colonne rigide qui porte à sa partie inférieure un miroir surmonté d'une platine pour placer l'objet à observer, et à sa partie supérieure une branche horizontale terminée par un anneau où se visse un tube creux en laiton. Ces diverses parties, pied, colonne, platine et tube creux ou *canon*, constituent le *corps du microscope*, auquel il faut ajouter le *tube* qui porte l'oculaire à sa partie supérieure et l'objectif à son extrémité inférieure.

**Tube.** — Le tube en laiton mesure de 20 à 23 centimètres. Il se compose de deux tubes qui rentrent l'un dans l'autre, ce qui permet d'augmenter à un moment donné la longueur totale de l'instrument et par suite d'amplifier l'image.

A l'extrémité supérieure du tube se place l'objectif qui y entre à frottement doux; à son extrémité inférieure il porte une pièce conique, c'est le *cône* muni d'une vis pour l'objectif. Ce tube glisse à frottement doux dans le canon. Avec la main on le fera glisser en bas ou on le tirera en haut jusqu'à ce qu'on ait obtenu la mise au point approximative. Cela fait, pour avoir la mise au point exacte, on usera d'un mouvement lent obtenu au moyen d'une *vis micrométrique* logée dans la colonne du microscope et que l'on manœuvre à l'aide d'un pignon que porte son extrémité supérieure. Chaque tour de cette vis fait monter ou descendre d'une quantité très faible le tube qui porte l'appareil optique.

**Platine. Miroir. Diaphragme.** — La platine est ici une plaque de cuivre noirci, et percée en son centre d'une ouverture pour le passage des rayons lumineux réfléchis par un miroir articulé placé au-dessous. Cette platine porte en outre deux *valets* ou ressorts en laiton qui servent à maintenir les préparations.

Enfin, au-dessous de la platine est fixé un disque en métal noirci, percé d'un certain nombre de trous circulaires de grandeurs variées. Par un simple mouvement de rotation on peut amener successivement chacun de ces trous au-dessous de l'ouverture de la platine. Cet accessoire ou *diaphragme* permet donc de rétrécir à volonté l'ouverture pratiquée au centre de la platine, et de modifier ainsi l'intensité de l'éclairage produit par le miroir.

Le microscope petit modèle droit de Nachet, qui avec le précédent a été adopté dans les laboratoires de l'École de pharmacie, en diffère d'une manière peu sensible. Le pied en laiton est plein (fig. 4). Il est accompagné en outre d'une loupe (L) pour l'examen des objets à la lumière réfléchie.

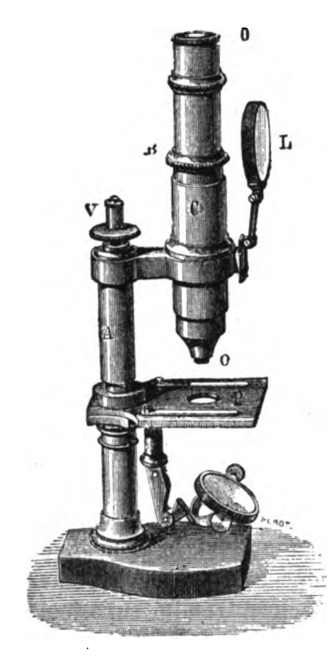



Fig. 4.

§ 7. PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AUX DIVERSES PARTIES MÉCANIQUES DES MICROSCOPES.

1° *Colonne.* — La colonne des microscopes que nous venons de décrire est rigide et par conséquent maintient le *tube* dans une position verticale. On fait pour les microscopes plus compliqués des colonnes articulées de manière à pouvoir prendre une certaine inclinaison en entraînant la platine, le miroir et le tube (fig. 5).

D'autre part, dans les grands modèles, le mouvement rapide du tube ne s'exécute pas seulement par tirage, il peut encore être obtenu au moyen d'une crémaillère fixée dans la colonne (fig. 7). Un pignon met en mouvement cette crémaillère qui entraîne avec elle de haut en bas ou de bas en haut tout le système optique. C'est là d'ailleurs un perfectionnement d'une importance secondaire, car avec un peu d'habitude on arrive à mettre au point avec une grande précision en ne faisant usage que du glissement.

2° *Platine.* — Dans les microscopes grand modèle, on remplace la platine fixe décrite plus haut par une platine dite *tournante* (fig. 7). Ces platines, par un mécanisme particulier, sont susceptibles de tourner dans tous les sens autour de leur

centre. Cette disposition peut rendre de réels services lorsqu'on veut par exemple dessiner un objet dans un sens déterminé, sans être obligé de déranger la plaque qui porte la préparation.

On construit aussi pour certains modèles de microscopes des platines dites *mobiles* destinées à permettre de déplacer l'objet de très petites quantités à la fois. Ces platines, d'une utilité contestable, ont en outre l'inconvénient grave de manquer

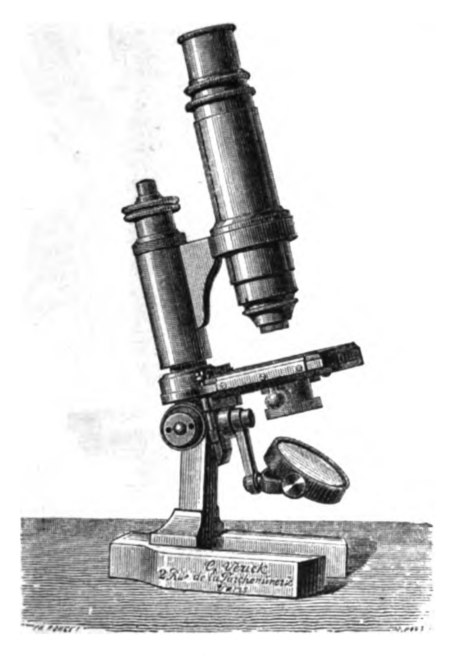


Fig. 5.

de stabilité. Aussi l'observateur exercé préfère-t-il manœuvrer lui-même l'objet avec les doigts.

Cette platine mobile paraît cependant nécessaire dans certains cas où l'on a besoin de varier, avec une grande précision, la situation de l'objet examiné, ainsi que cela a lieu par exemple dans la méthode indiquée par M. Fouqué pour la détermination des formes géométriques de cristaux par l'intermédiaire de la lumière polarisée.

Ajoutons enfin que dans la plupart des microscopes la pla-

tine de métal est recouverte d'une plaque de glace noire qui la met à l'abri de l'action des acides et réactifs divers dont l'emploi est si fréquent dans les recherches microscopiques.

3° *Diaphragme.* — Le diaphragme que nous avons décrit plus haut a l'inconvénient de déplacer l'orifice par lequel arrivent les rayons projetés par le miroir sur la préparation. Cet orifice

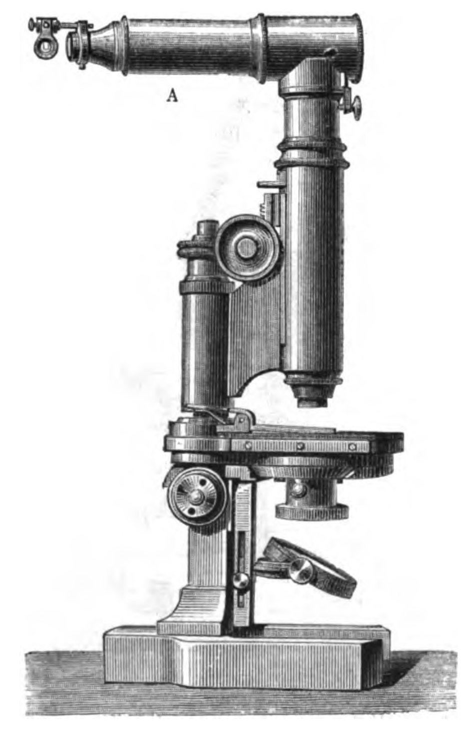



Fig. 6.

se trouve reporté en effet un peu au-dessous du plan de l'orifice de la platine. De là, perte de lumière sensible, surtout lorsqu'on emploie les petits trous du diaphragme. Pour obvier à cet inconvénient, on construit ce qu'on appelle le *diaphragme à tube*. Le modèle suivant nous paraît des plus simples (Voir fig. 6). C'est un tube en laiton muni à sa partie inférieure d'un collier moleté. Son ouverture supérieure repré-

sente le plus large orifice du diaphragme ; si l'on veut diminuer cet orifice, on peut y introduire de plus petits tubes noircis dont l'orifice varie de grandeur. Pour maintenir cet appareil au-dessous de la platine, une plaque de laiton, portant un anneau où l'on fixe le diaphragme, s'engage entre deux por-

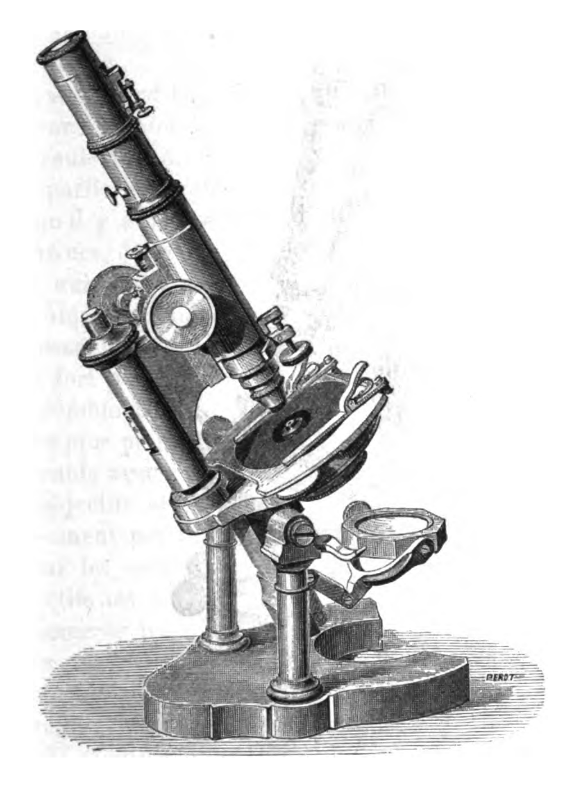


Fig. 7.

tants disposés à cet effet sous la platine. Un piton sert à tirer ou à enfoncer l'appareil ; lorsque le tube est arrivé au-dessous de l'orifice de la platine, on le pousse en haut dans l'anneau où il glisse à frottement doux, et l'on amène l'orifice du diaphragme au niveau même de l'orifice de la platine. Le but est atteint.

§ 8. MICROSCOPE BINOCULAIRE (*fig.* 8).

Ce microscope, construit pour la première fois par M. Nachet, met en évidence les creux et les reliefs, et donne par conséquent des images absolument exactes de l'objet, en

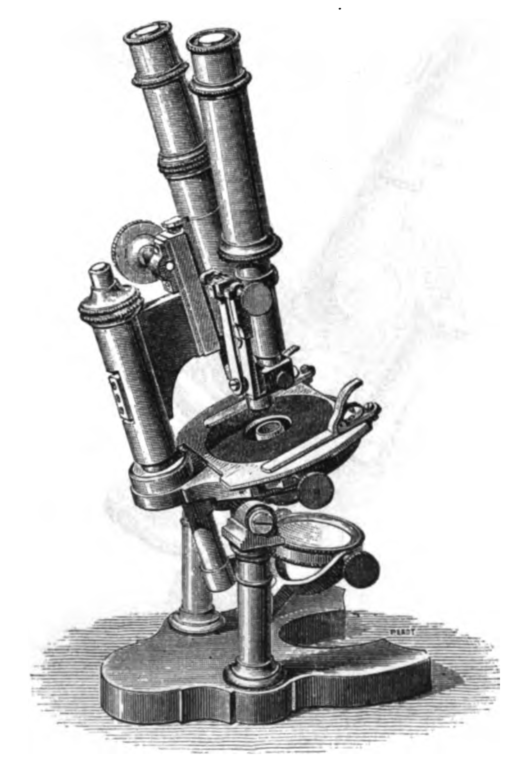


Fig. 8.

même temps qu'une idée vraie des contours, de l'épaisseur, du volume, etc. On comprend toutes les conséquences pratiques que l'on peut tirer de cet instrument (pour les détails, voir Robin, *loc. cit.*, et J. Pelletan, *le Microscope, son emploi et son application*. Paris, 1876).

## § 9. DU POUVOIR AMPLIFIANT DES MICROSCOPES.

Le pouvoir amplifiant ou grossissement d'un microscope est le rapport qui existe entre la grandeur absolue de l'objet et la grandeur absolue de l'image.

Pour amplifier l'image, l'observateur peut recourir à plusieurs moyens.

1° C'est d'abord l'association des objectifs et des oculaires. Nous avons vu plus haut, en effet, que le grossissement n'est pas dû seulement à l'objectif, mais qu'il est également dû en grande partie à l'oculaire qui joue le rôle de loupe. Or, de même qu'il y a des séries d'objectifs donnant des grossissements divers, de même on a fait des séries d'oculaires dont le pouvoir amplifiant va en augmentant. On pourra donc, avec un seul objectif et plusieurs oculaires, obtenir une amplification croissante jusqu'à la limite assignée par le grossissement du plus fort oculaire. Si l'on a de plus une série d'objectifs, par la combinaison des objectifs les plus forts avec les oculaires les plus puissants, on obtiendra le grossissement le plus considérable avec ces lentilles.

Les objectifs et les oculaires sont désignés d'après leur grossissement par des chiffres 0, 1, 2, 3, etc. Notons également, car les commençants s'y trompent souvent, que dans les objectifs les plus forts, c'est-à-dire ceux qui donnent les grossissements les plus considérables, la lentille inférieure présente un très petit diamètre, tandis que les objectifs d'un faible pouvoir amplifiant ont une lentille inférieure d'un diamètre relativement grand.

D'après ce que nous venons de dire, on pourra donc obtenir divers grossissements, soit en variant les objectifs, soit en variant les oculaires. Mais en général il vaut mieux obtenir l'amplification avec les objectifs qu'avec les oculaires. L'observation démontre en effet que la perte de lumière occasionnée par l'emploi des oculaires puissants est à grossissement égal beaucoup plus sensible que lorsqu'on emploie de forts objectifs. Les forts objectifs offrent, il est vrai, dans leur emploi l'inconvénient de nécessiter l'usage de couvre-objets très

minces, mais ce n'est là qu'un inconvénient relativement minime, bien qu'il constitue l'une des raisons qui empêchent de porter le grossissement au delà de certaines limites.

2° Un autre moyen pour grossir les objets consiste dans l'allongement du corps du microscope. Cela devait être, puisque plus on éloigne l'oculaire de l'objectif, plus les rayons que reçoit le *verre de champ* sont divergents. Mais en même temps l'image devient diffuse. Pour allonger le tube du microscope il suffit de le tirer, car, ainsi que nous l'avons dit, dans la plupart des instruments de construction française, ce tube est formé de deux cylindres creux emboîtés à la manière des tubes d'une lorgnette. Il y a toutefois une limite à ce mode de grossissement, car lorsque le tube dépasse 25 centimètres et que l'oculaire employé a moins de 3 centimètres de longueur, la perte de lumière devient telle, qu'il est préférable d'en revenir à un grossissement moindre.

### § 10. OBJECTIFS A IMMERSION.

Ces objectifs destinés à donner les plus forts grossissements ont été imaginés pour obvier à la brusque déviation que subissent les rayons lumineux, d'une part en traversant le couvre-objet pour entrer dans l'air, d'autre part en passant de l'air dans la lentille objective.

Le principe employé a été indiqué par Amici en 1844. Il consiste à interposer entre le verre mince couvre-objet et la lentille inférieure de l'objectif un corps transparent ayant à peu près le même indice de réfraction que le verre. Après des tâtonnements divers, on a reconnu que mieux qu'aucun autre corps (huile de pied de bœuf, essence d'anis, glycérine, etc.) l'eau distillée remplit les conditions désirées. La différence entre l'indice de réfraction de l'eau et celui de l'air est en effet beaucoup moindre que celle qui existe entre les indices de réfraction de l'air et du verre. De plus, l'eau distillée ne laisse aucun résidu sur les surfaces qu'elle recouvre.

Les lentilles à immersion augmentent l'éclairage, par suite de la suppression des brusques réfractions subies par les rayons lumineux qui peuvent alors entrer en plus grand nom-

bre dans l'objectif; à cet avantage s'en joint un second : le foyer de la lentille objective se trouvant reculé par la substitution de l'eau à l'air (Voir Robin, *loc. cit.*), la mise au point devient plus aisée, chose très importante, quand on fait usage de forts grossissements.

**Emploi.** — Pour se servir des objectifs à immersion, on commence par nettoyer avec soin la lentille inférieure de l'objectif ainsi que le couvre-objet. Puis, avec un agitateur on prend une goutte d'eau distillée que l'on dépose sur la lentille objective. On dépose également une goutte de liquide sur le couvre-objet à l'endroit que l'on veut observer, et après avoir mis le tube du microscope en place, on le fait glisser jusqu'à ce que les deux gouttes d'eau, celle de l'objectif et celle du couvre-objet, se confondent. Il ne reste plus alors qu'à mettre au point pour l'observation.

### § 11. MESURE DU POUVOIR AMPLIFIANT DES MICROSCOPES.

Pour mesurer le pouvoir amplifiant d'un système optique donné, il est nécessaire d'avoir à sa disposition des instruments particuliers qui ont reçu le nom de *micromètres*.

**Micromètres.** — Un micromètre est une plaque de verre sur laquelle sont gravés à l'aide de la machine à diviser et avec la plus grande précision des traits parallèles et d'un écartement parfaitement déterminé.

On emploie pour la mesure des grossissements deux sortes de micromètres :

1° Le *micromètre objectif*, qui porte des divisions répondant au centième de millimètre; ces divisions, à peu près invisibles à l'œil nu, sont assez difficiles à placer sous l'objectif; on arrive cependant avec quelque exercice à le faire rapidement, surtout si l'on a soin d'employer un éclairage un peu oblique.

2° Le *micromètre oculaire* est une plaque de verre qui porte ordinairement des divisions représentant des dixièmes de millimètre. Ce micromètre se place entre le verre de champ et le verre de l'œil de l'oculaire au même niveau que le diaphragme, c'est-à-dire au foyer même du verre de l'œil.

**Mesure du pouvoir amplifiant du microscope par le micromètre oculaire.** — Nous n'indiquerons avec détails que ce procédé, le seul qui donne des résultats exacts.

Supposons tout d'abord que le verre de l'œil de l'oculaire employé grossisse exactement 10 fois (c'est ce que les constructeurs s'attachent à obtenir pour les lentilles qu'ils réservent à leurs oculaires micrométriques). Le micromètre oculaire étant placé, comme nous l'avons dit plus haut, au foyer du verre de l'œil, puisque ses divisions mesurent des dixièmes de millimètre et que la loupe grossit 10 fois, chaque division du micromètre oculaire représentera un millimètre. Si maintenant on place sous l'objectif le micromètre objectif, il suffira de voir combien chaque division de ce micromètre occupe de divisions du micromètre oculaire. Comme les divisions du micromètre objectif représentent des centièmes de millimètre, si une de ces divisions recouvre trois divisions du micromètre oculaire, c'est qu'elle vaut après grossissement 3 millimètres; ce grossissement s'exprimera donc ainsi :

$$0^{mm},01 \times G = 3^{mm},00$$

$$G = \frac{3,00}{0,01} = 300$$

Il faut conclure de l'expérience que le système optique employé (objectif et oculaire) grossit 300 fois.

Ce procédé donne des résultats parfaitement exacts, puisque l'image de l'échelle oculaire et celle du micromètre objectif se trouvent toutes les deux dans l'axe de l'instrument, superposées dans un même plan, au foyer même de la loupe, en sorte que pour des dimensions égales elles sous-tendent le même angle sur la rétine, par conséquent sont reportées par l'œil à la même distance.

La méthode que nous venons d'indiquer donne, bien entendu, le grossissement de tout le système optique. Si l'on voulait connaître le grossissement de chacune des deux pièces optiques (objectif et oculaire) prise séparément, on ne pourrait y arriver avec la même précision. Ces mesures d'ailleurs n'ont qu'un intérêt de curiosité scientifique. Il est en effet bien inutile de connaître le grossissement de l'objectif seul, puis-

qu'on ne peut se servir d'un microscope sans employer à la fois l'objectif et l'oculaire.

Il existe d'autres méthodes pour déterminer le grossissement des microscopes (méthode de la chambre claire, méthode de la double vue, etc.); mais elles sont toutes moins simples et surtout moins exactes que celle que nous venons d'exposer. Nous renvoyons pour leur description aux ouvrages cités plus haut.

### § 12. MESURE DES OBJETS MICROSCOPIQUES.

On entend par grossissement de l'objet, non pas son grossissement cubique, mais son grossissement en diamètre. On ne mesure en effet que l'une de ses dimensions.

On peut employer pour la solution du problème, diverses méthodes; nous n'en indiquerons qu'une seule, la plus exacte et la plus simple. Elle repose sur la connnaissance du pouvoir amplifiant du système optique employé (1).

Ce pouvoir amplifiant, nous venons de le voir, est facile à déterminer.

Le micromètre oculaire étant disposé comme plus haut, on remplace dans l'opération précédente le micromètre objectif par le corps à mesurer (globules du sang, par exemple) et l'on note exactement combien ce corps occupe de divisions du micromètre oculaire. Supposons qu'il recouvre deux divisions et demie. Son diamètre amplifié correspond donc à $2^{mm},5$ (puisque nous admettons toujours que le verre de l'œil de l'oculaire grossit 10 fois). D'autre part, si le grossissement du système optique employé (objectif et oculaire) est 300, le diamètre réel du glo-

(1) Lorsqu'on ne possède pas de micromètre objectif pour déterminer le pouvoir amplifiant d'un système optique donné, on peut se servir des tables dressées par les constructeurs, et qu'ils livrent en vendant l'instrument. Toutefois il est préférable de dresser soi-même cette table. Pour simplifier on aura soin d'employer toujours le même oculaire micrométrique, et l'on n'oubliera pas de tenir compte de la longueur du tube du microscope, le pouvoir amplifiant variant considérablement avec cette longueur. Quand on possède des objectifs de constructeurs connus, il suffit d'indiquer le n° de l'objectif employé et celui de l'oculaire.

bule sera $\frac{2.5}{300} = 0.007$ ou 7 millièmes de millimètre. Ainsi donc, d'une manière générale, le diamètre amplifié d'un objet est représenté par une fraction dont le numérateur est le nombre de millimètres que recouvre l'objet amplifié, tandis que le dénominateur est le grossissement connu du microscope.

Nous n'entrerons pas dans de plus longs détails sur ces mesures du grossissement, nous bornant à l'exposé des méthodes ci-dessus, établies pour la première fois par M. Robin (*loc. cit.*), méthodes qui sont en réalité les seules qui donnent des résultats exacts, en même temps qu'elles sont d'une application facile.

### § 13. CHOIX D'UN MICROSCOPE.

Les divers modèles que nous avons cités plus haut, dus à nos meilleurs constructeurs, sont tous de bons instruments; mais, que l'on n'entende pas par bon microscope un instrument compliqué. Les plus petits modèles peuvent être d'excellents instruments et rendre de très grands services s'ils répondent aux principales conditions que nous avons envisagées déjà et à celles que nous allons rappeler de nouveau.

**Des qualités de l'objectif.** — On doit exiger des objectifs certaines qualités que Goring désigne des noms de pouvoir définissant, pouvoir pénétrant et pouvoir résolvant.

1° *Pouvoir définissant.* — On nomme ainsi la propriété qu'ont les bons objectifs de donner des images à bords bien nets et bien définis; cette propriété dépend de la correction plus ou moins parfaite des aberrations de sphéricité et de réfrangibilité (Voir plus haut, page 7).

2° *Pouvoir pénétrant.* — C'est la propriété qu'ont certains objectifs de faire distinguer avec netteté des parties de l'objet qui sont un peu en dehors du foyer. — Cette propriété des objectifs peut rendre des services, à condition que le pouvoir définissant ne soit pas diminué.

3° *Pouvoir séparateur*, *résolvant* ou *analytique*. — C'est la qualité qu'ont certains objectifs de donner avec netteté l'image de délicats détails des objets, stries, saillies, dépressions, etc.

— Cette qualité est malheureusement contraire aux deux précédentes, surtout à la pénétration. — Ajoutons que l'on doit préférer un objectif qui définit bien, à un objectif d'un grand pouvoir analytique.

Pour vérifier les qualités précédentes des objectifs que l'on

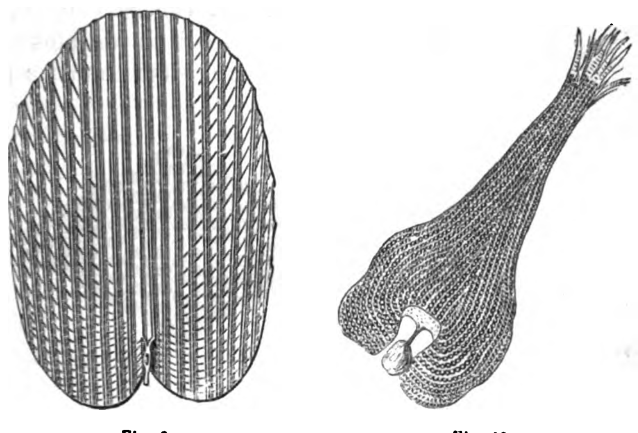


Fig. 9. Fig. 10.

possède, on se sert de préparations faites à l'aide d'animaux ou de végétaux microscopiques qui présentent des détails de structure généralement très délicats, mais pourtant nettement définis. — Ces préparations reçoivent le nom de *tests-objets* et servent principalement à vérifier les pouvoirs définissant et résolvant des objectifs.



Fig. 11.

**Tests-Objets.** — L'un des plus anciens tests-objets, qui n'est plus guère employé maintenant, est fourni par les écailles de la *Forbicine*, Lepisma saccharina, insecte Thysanoure (*vulg.* poisson d'argent). Ces écailles présentent des stries longitudinales et des stries obliques par rapport à ces dernières (fig. 9).

Les écailles cordiformes du petit *papillon du chou*, *Pieris rapæ* (fig. 10), ainsi que celles du *Podura plumbea*, sont d'un usage excellent. — Sur les premières on doit déterminer des rangées longitudinales de granulations semblables à de petites perles; sur les secondes, des marques en forme de virgules terminées par une pointe fine (fig. 11)). Si l'objectif est très bon, elles doivent de plus montrer une ligne médiane blanche pro-

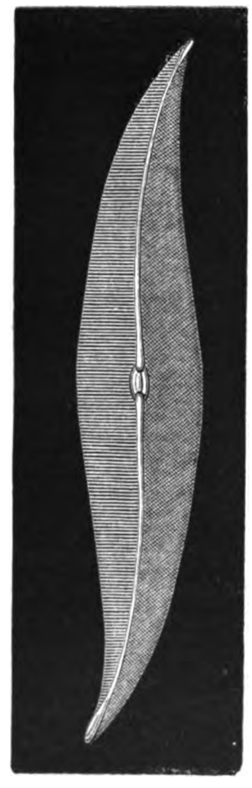


Fig. 12.

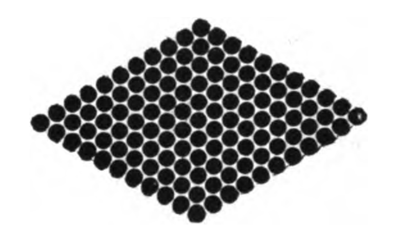


Fig. 13.

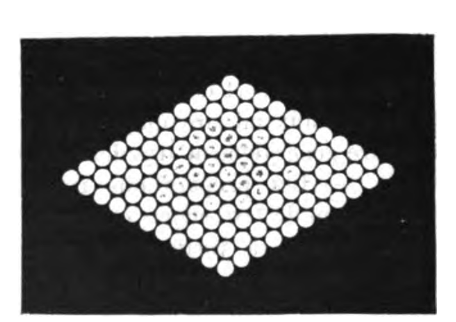


Fig. 14.

duite par la réfraction de la substance mince et qu'un objectif incomplètement corrigé ou mal centré ne montrera jamais parfaitement (Robin, *loc. cit.*).

On se sert également beaucoup aujourd'hui, comme tests-objets, des enveloppes siliceuses des Diatomées. — Dans l'emploi de ces tests-objets ont fait usage de la lumière oblique pour faire apparaître les stries les plus délicates.

Le *Pleurosigma angulatum* (fig. 12) est un très bon test pour la valeur d'objectifs puissants avec la lumière oblique. — Toutefois ces stries doivent se montrer de la façon la plus nette avec un bon objectif à immersion sous l'influence du simple éclairage central. Avec les objectifs puissants et l'éclairage oblique on aperçoit des lignes dont les unes se croisent transversalement sur l'enveloppe, tandis que les autres ont une direction oblique. Avec de bons objectifs à immersion on voit que ces lignes, qui interceptent de petits espaces hexagonaux élégants et fort resserrés, sont en réalité des séries de ponctuations rondes (fig. 13 et 14). Le *Surirella gemma*, le *Grammatophora subtilissima*, le *Navicula affinis* (fig. 15 et 16) etc., sont des tests-objets d'une exquise délicatesse.

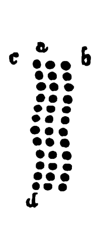
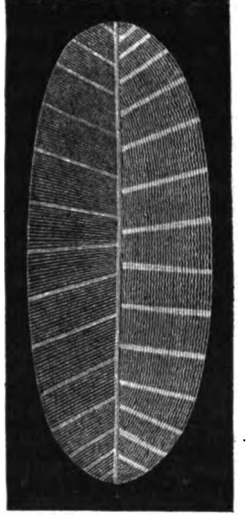


Fig. 16.


Fig. 15.

§ 14. DES QUALITÉS DE LA PARTIE MÉCANIQUE D'UN BON MICROSCOPE.

La forme du pied d'un microscope importe peu, ce qu'il faut exiger, c'est un pied lourd et pesant, condition absolument nécessaire pour la stabilité de l'instrument et la facilité des observations. Il n'est pas nécessaire que la colonne soit à inclinaison, cette modification n'ayant d'autre avantage que d'éviter à l'observateur de pencher la tête pendant l'examen microscopique, position un peu fatigante au début, mais à laquelle on s'habitue très rapidement.

La plus grande attention doit être apportée à l'examen du tirage du tube et du mouvement de la vis micrométrique ; le tirage doit s'effectuer facilement, avec douceur, en même temps que le tube reste assez fortement retenu dans le corps pour ne pas tomber sur la préparation ou se déplacer trop facilement.

La vis micrométrique doit manœuvrer facilement. Enfin l'éclairage de l'objet doit absolument s'effectuer au moyen d'un miroir monté sur pied articulé de façon à pouvoir prendre la lumière dans tous les sens. Nous ne parlons que pour mémoire du centrage du microscope. Les bons constructeurs, auxquels on doit toujours avoir recours, ne livrent pas d'instrument défectueux sous ce rapport, et il serait d'ailleurs facile de s'apercevoir de ce défaut. Qu'on examine en effet avec le microscope monté le plus petit trou du diaphragme, si le centrage a été exactement fait, on devra apercevoir cette ouverture exactement au milieu du champ de vision.

### § 15. SOINS A DONNER AU MICROSCOPE.

Lorsqu'on est en possession d'un bon microscope, si l'on veut lui conserver toutes ses qualités, on doit l'entretenir avec toute la sollicitude possible.

1° *Partie optique.* — Pour les objectifs et les oculaires, il suffit de nettoyer les verres extérieurs. Cette opération pour les objectifs doit s'opérer de la façon suivante : on prend un linge très fin, de la mousseline ou de la toile fine usée, on en recouvre la pulpe du pouce de la main gauche; puis, saisissant l'objectif avec la main droite, on pose doucement la lentille inférieure sur le linge et l'on fait tourner l'objectif en appuyant légèrement. Si l'on prenait de trop gros linge et si l'on appuyait trop fort en essuyant, on risquerait de rayer la lentille et de détériorer l'objectif. Lorsque la lentille inférieure de l'objectif est souillée de matière grasse, ou encore, comme cela arrive souvent, par les vernis employés dans les préparations, au lieu d'employer un linge sec, on humecte ce linge d'une goutte d'alcool, et l'on débarrasse ainsi l'objectif de toute impureté. Il faut avoir soin toutefois de n'employer jamais qu'une faible quantité d'alcool, de peur que ce liquide, venant à pénétrer dans l'objectif, dissolve le vernis qui sert à souder les deux verres de crown et de flint dont est formée la lentille.

Si la lentille supérieure de l'objectif paraît souillée de poussières, on se contentera, avec un pinceau, de la brosser légèrement. Nous recommandons également de se livrer aussi rare-

ment que possible au soin de démonter l'objectif pour en nettoyer les diverses pièces : ce nettoyage exige trop de délicatesse et il vaut mieux confier de temps en temps l'instrument au constructeur pour lui faire subir un nettoyage complet, que de se livrer soi-même à cette opération.

Les soins que l'on doit apporter au nettoyage des lentilles de l'oculaire sont les mêmes que ceux que nous venons d'indiquer pour les objectifs.

D'ailleurs, pour éviter que les objectifs et les oculaires ne se remplissent de poussière, on doit toujours avoir soin de les renfermer dans les boîtes qui leur sont destinées, ou bien, si l'on veut éviter de démonter le microscope après l'observation, il suffit de le recouvrir d'un globe de verre qui le mette à l'abri de toute détérioration.

2° *Partie mécanique.* — Après un usage un peu prolongé, il arrive souvent que le glissement du tube dans le canon du microscope s'opère avec difficulté. Au lieu d'un mouvement doux et moelleux, on n'obtient plus qu'un mouvement dur et saccadé ; on risque alors, n'étant plus bien maître du glissement, d'écraser les préparations, et par suite aussi de détériorer l'objectif ; pour rendre au tube son mouvement normal, il suffit, après l'avoir tiré hors du canon, de l'essuyer avec un linge bien sec, de manière à le débarrasser complètement d'une sorte d'enduit noirâtre qui le recouvre. Lorsque sa surface est redevenue polie, on l'enduit très légèrement d'huile de pied de bœuf au moyen d'un linge imprégné de cette substance, enfin on l'essuie encore au moyen d'un linge sec. La face interne du canon est également nettoyée, et, ces précautions prises, le glissement s'effectue avec facilité.

Ajoutons, pour terminer, que l'instrument ne doit jamais être renfermé dans sa boîte sans avoir été soigneusement essuyé avec un linge sec ou une peau de daim.

### § 16. MANIEMENT DU MICROSCOPE.

Quand on veut observer un objet, on doit tout d'abord installer le microscope d'aplomb sur une table solide afin d'éviter autant que possible les trépidations ; puis on procède avec méthode à l'observation.

Avant de placer l'objet sur la platine, on s'occupe de l'*éclairage;* puis la préparation étant disposée au-dessus de l'orifice de la platine, on procède à la *mise au point.*

1° **Éclairage.** — Quand on emploie la lumière du ciel, il faut éviter de projeter sur la préparation des rayons solaires, qui donnent un éclairage tellement éblouissant qu'il est absolument impossible de s'en servir. Un ciel bleu n'est pas très propice aux observations microcopiques. La meilleure lumière est celle que donnent les nuages blancs élevés; les nuages gris donnent souvent si peu de lumière qu'il est nécessaire d'avoir recours à une lumière artificielle.

Ce qu'il faut exiger des lumières artificielles, c'est l'*intensité* et la *fixité.* Une flamme vacillante cause beaucoup de fatigue. Une bonne lampe carcel donne un éclairage suffisant, mais on construit aujourd'hui des brûleurs (Société de l'albo-carbon) dans lesquels le gaz passe dans un réservoir contenant de la naphtaline. La flamme qu'il donne en brûlant est absolument fixe et d'un beau blanc. Elle fatigue beaucoup moins que celle du gaz ordinaire.

Ajoutons enfin que, lorsqu'on fait usage de grossissements puissants, on trouve un grand avantage à placer dévant l'œil un écran.

On peut observer l'objet soit au moyen de la lumière transmise, soit au moyen de la lumière réfléchie.

**Éclairage par la lumière transmise.** — 1. *Éclairage direct.* — Il s'exécute au moyen du miroir fixé sous la platine. Un miroir plan suffit pour les faibles grossissements; dans le cas de puissants grossissements, on emploie le miroir concave.

Le microscope étant installé et le tube monté, on dirige le miroir en regard d'un nuage blanc ou d'une muraille blanche qui ne reçoit pas directement les rayons du soleil, et on lui donne l'inclinaison voulue pour qu'il envoie le faisceau réfléchi dans l'axe du microscope. On l'élève alors ou on l'abaisse jusqu'à ce que le sommet du cône formé par les rayons réfléchis atteigne le plan de la platine où sera placée la préparation; on obtient alors le maximum d'éclairage.

Mais souvent on préfère n'avoir point une lumière très

intense qui, en ébranlant trop vivement la rétine, l'empêche d'être impressionnée par l'ombre très pâle des contours délicats de certains éléments (cils vibratils, par exemple). On dit alors que les objets sont *noyés* dans la lumière. Pour diminuer l'éclairage, il suffit d'abaisser ou de relever un peu le miroir de manière à reporter au delà de l'objet le sommet du cône formé par les rayons lumineux. — On y arriverait encore en supprimant une partie des rayons auxquels l'orifice de la platine livre passage. On emploie pour cela les diaphragmes dont nous avons parlé plus haut (page 12). Lorsqu'on emploie de forts grossissements, il est bon de faire usage des diaphragmes à petit orifice.

2. *Éclairage oblique.* — Souvent on peut faire apparaître par l'éclairage oblique des détails que l'on ne saisit qu'imparfaitement par l'éclairage direct. C'est ce qui a lieu, par exemple, quand on observe les stries fines de beaucoup de Diatomées. Pour obtenir cet éclairage, on se sert encore du miroir placé sous la platine, mais alors on étend les articulations qui le portent, et on l'incline de manière que le faisceau réfléchi, au lieu de se diriger suivant l'axe du microscope, soit rejeté sous un angle plus ou moins ouvert en dehors de cet axe. Pour procéder à cet éclairage, on doit avoir retiré tout diaphragme.

**Éclairage par la lumière réfléchie.** — Lorsque l'objet qu'on examine au microscope est opaque, on l'éclaire au moyen d'une loupe qu'on dispose de telle sorte que l'objet à observer se trouve à peu près à son foyer. Dans ces circonstances on ne peut faire usage que d'objectifs à faible grossissement, car les forts objectifs ayant un foyer très court se trouvent très près de l'objet et empêchent l'arrivée de la lumière qu'on pourrait projeter au moyen de la lentille.

**2° Mise au point.** — Lorsque l'éclairage de l'objet a été obtenu comme nous venons de l'indiquer, on place la préparation sur la platine et l'on procède à la mise au point. Cette opération s'exécute, comme nous l'avons déjà dit, par deux mouvements : l'un, le mouvement rapide, qui consiste à faire glisser le tube du microscope dans l'anneau qui le contient;

l'autre, le mouvement lent, qui s'exécute au moyen de la vis micrométrique.

Le mouvement rapide demande certaines précautions; en effet, en faisant descendre brusquement le tube du microscope, on risque de briser la préparation entre l'objectif et la platine. Le commençant fera bien, avant d'appliquer l'œil à l'oculaire, de faire glisser le tube jusqu'au voisinage de la préparation, en surveillant celle-ci; quand il croira être arrivé assez près de la lamelle, il placera l'œil sur l'oculaire et, s'il aperçoit assez nettement l'objet cherché, il terminera de mettre au point au moyen de la vis micrométrique. On verra dans quel sens on doit tourner la vis, à l'aspect que la préparation prend après un ou deux tours de vis. Si celle-ci devient plus nette, on continuera dans le sens adopté; si au contraire elle semble se troubler davantage, on changera le sens. Si, après un certain nombre de tours de vis, on n'apercevait point encore la préparation avec netteté, on devrait revenir au mouvement rapide et faire glisser un peu davantage le tube vers la préparation ou plus loin d'elle, car on ne doit pas oublier que la vis micrométrique ne doit servir que pour de très faibles distances à faire parcourir à l'appareil optique. D'ailleurs au bout d'un certain temps on arrive très aisément à mettre exactement au point en se servant uniquement du mouvement de glissement du tube.

Lorsque la préparation est mise au point, on ne doit pas cesser de tenir la main sur le pignon qui fait manœuvrer la vis micrométrique. Cette seule position de la main décèle un observateur exercé. En effet toute préparation, si mince qu'elle soit, présentant toujours plusieurs plans superposés, il faut faire mouvoir presque continuellement la vis, de quantités très petites, il est vrai, de manière à élever ou abaisser l'objectif pour étudier la préparation dans toute son épaisseur.

En même temps que l'une des mains est occupée à faire mouvoir la vis micrométrique, l'autre ne reste pas inactive. On saisit en effet avec cette main le verre porte-objet, et on fait mouvoir la préparation de manière à en porter successivement toutes les parties sous l'objectif. Ce mouvement de glissement de la préparation sur la platine s'exécute en sai-

sissant le porte objet entre le pouce et l'index de la main libre, le coude étant solidement fixé sur la table.

Les manœuvres que nous venons d'indiquer sont extrêmement faciles quand on observe avec un objectif d'un faible pouvoir grossissant. On ne risque point, en effet, d'écraser la préparation, puisque le verre objectif doit être très éloigné de la préparation. Au contraire, lorsqu'on fait usage de forts grossissements, l'objectif se trouvant très rapproché de la préparation, sa mise au point offre de plus grandes difficultés. Aussi conseillons-nous, lorsqu'on veut examiner une préparation, de l'observer d'abord au moyen d'un objectif modérément puissant; on s'habitue alors à la manœuvre, et si l'on vient à employer un objectif plus puissant, l'observation gagne en précision. Le conseil que nous donnons ici s'applique encore à la circonstance suivante : lorsque l'objet qu'on doit examiner est très petit, il est souvent très difficile de le retrouver dans la préparation lorsqu'on se sert d'un objectif puissant. Au contraire, avec un faible grossissement, on a bien vite parcouru tout le champ de la préparation. Lorsqu'on aperçoit l'objet cherché, on le place autant que possible au centre même du champ du microscope, et l'on fixe la plaque de verre avec les valets. On change alors l'objectif, et si la préparation a été exactement placée dans le prolongement de l'axe du tube, on l'apercevra aussitôt que la mise au point aura été obtenue. Si l'on n'apercevait point immédiatement la préparation, de très petits mouvements de latéralité imprimés au porte-objet ne tarderaient pas à l'amener sous l'objectif.

Lorsque l'examen de l'objet microscopique est achevé, on doit relever légèrement le tube avant d'enlever la préparation. On risquerait en effet, sans cette précaution, de souiller l'objectif qui est très rapproché du verre couvre-objet; une secousse maladroite imprimée à ce dernier sufffrait à le déplacer, et la lentille pourrait toucher le liquide qui sert à monter la préparation.

On se sert ordinairement de l'œil gauche pour l'examen microscopique. Ce n'est là d'ailleurs qu'une affaire d'habitude, l'œil droit pouvant être exercé aux mêmes observations. Quoi qu'il en soit, l'œil qui n'est pas employé doit être

fermé, sans quoi on obtient des effets de *double vue*, qui sont très gênants et auxquels on ne s'habitue que très difficilement.

Quant à l'interprétation des images que l'on observe au microscope, c'est là, il faut bien le dire, la partie la plus importante dans la question qui nous occupe. L'exercice joue le plus grand rôle à ce sujet. Nous renvoyons pour les notions théoriques à l'ouvrage de M. Robin, pages 444 et suivantes. Nous parlerons plus loin de certaines illusions d'optique contre lesquelles il est bon de se mettre en garde, et qu'il nous suffira d'ailleurs de signaler pour mettre le lecteur à l'abri des erreurs qui pourraient en naître.

### § 17. REPRODUCTION DES IMAGES A L'AIDE DE LA CHAMBRE CLAIRE.

Lorsqu'on a obtenu une image nette d'un objet, il est bon d'en prendre le dessin. Cette opération peut s'exécuter au moyen d'instruments nommés *chambres claires*. Les modèles de ces appareils sont nombreux. La chambre claire d'Oberhauser (fig. 6) s'applique aux microscopes verticaux et les

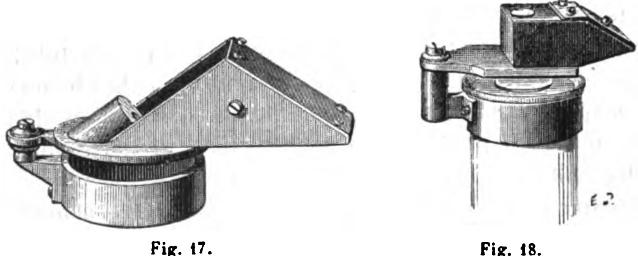


Fig. 17. Fig. 18.

transforme en microscopes horizontaux. La chambre claire de Chevalier (fig. 17), celle de Nachet (fig. 18), s'appliquent également aux microscopes verticaux. Quelles que soient d'ailleurs les différences qui existent entre ces appareils, ils sont construits sur le même principe : faire pénétrer dans l'œil par une partie de la pupille l'image de l'objet, et par une autre partie de la pupille les rayons émanés du papier sur lequel on dessine et qui ont nécessairement subi une ou plusieurs réflexions. L'œil

aperçoit à la fois et superpose l'image de l'objet et celle du papier.

**Chambre claire.** — La chambre claire de Nachet, qui s'applique aux microscopes verticaux et reporte néanmoins l'image sur un plan horizontal, est aujourd'hui la plus employée. Cette chambre claire se compose essentiellement d'un prisme dont la section est un parallélogramme, qui est fixé de telle sorte que l'une de ses faces obliques soit placée devant l'oculaire. Sur cette face est collé un autre petit prisme qui, recevant normalement les rayons sortant de l'oculaire, les renvoie aussi normalement sur le premier prisme. De la sorte, les rayons émanés de l'oculaire ne subissent pas de déviation.

D'autre part, les rayons émanés du papier arrivent à l'œil parallèlement à ceux qui viennent de l'objet, mais après avoir subi deux réflexions totales sur les faces parallèles obliques du premier prisme.

Ces primes sont logés dans une garniture métallique soutetenue par un collier destiné à s'adapter au tube de l'oculaire.

**Emploi.** — Voici comment on procède pour faire usage de cette chambre claire : l'appareil étant adapté au tube du microscope, on place à droite du microscope, sur la table, la feuille de papier où doit être fait le dessin, et l'on saisit de la main droite le crayon, dont on approche la pointe de la surface du papier ; l'œil appliqué au-dessus de l'ouverture de la chambre claire reçoit par une des moitiés de la pupille les rayons partis de l'objet, et par l'autre moitié ceux que le papier et la pointe du crayon lui envoient dans la même direction. On aperçoit donc à la fois et superposés le contour de l'image et la pointe du crayon ; on n'a plus qu'à faire glisser cette dernière en suivant toujours bien l'image pour la reporter sur le papier.

Lorsqu'on n'est pas encore habitué à se servir de la chambre claire, les contours que l'on trace sont toujours plus ou moins tremblés. On arrive toutefois assez rapidement à obtenir des tracés nets et bien définis. Ce qui rend difficile aux commençants l'usage de la chambre claire, c'est qu'au moment où ils croient saisir les deux images du crayon et de l'objet superpo-

sées, l'une de ces images disparaît. Cela tient le plus souvent à ce que l'une d'elles est trop éclairée par rapport à l'autre.

Quand c'est le papier qui est trop éclairé, les nombreux rayons qu'il envoie à l'œil éblouissent la rétine et effacent l'impression produite par l'image plus sombre de l'objet. Le papier et le crayon apparaissent seuls alors. Si au contraire c'est l'objet qui est trop éclairé, l'image du papier et celle du crayon disparaissent. Le point capital est donc d'équilibrer les deux lumières en diminuant graduellement l'intensité de celle dont l'éclat prédomine.

La disparition de l'une des images peut encore tenir au peu de fixité de la tête de l'observateur alors qu'il n'est pas habitué à cet exercice. La tête se portant inconsciemment à droite ou à gauche, en avant ou en arrière, l'œil se déplace et il faut tâtonner pour retrouver la bonne position, qu'on ne doit plus abandonner jusqu'à ce que le dessin soit achevé. C'est là une affaire d'habitude.

Enfin, il ne faut pas oublier que la grandeur de l'image sur le papier augmente avec la hauteur de l'œil au-dessus de ce papier. Il faut s'arranger de manière que cette hauteur soit invariable, si l'on veut avoir des observations comparables.

D'après ce que nous avons dit, le choix du papier à employer pour les dessins des images vues au microscopes, doit être fait judicieusement. Le papier blanc donne souvent trop de lumière ; on emploiera donc avec avantage les papiers de couleur grise, ou si l'on emploie un papier blanc, on aura soin d'en affaiblir l'éclat en plaçant au-devant de lui un écran, ou tout autre objet qui projette de l'ombre à sa surface. Le grain du papier doit être très fin et sa surface lisse, car les contours des objets que l'on reproduit sont d'une très grande délicatesse. C'est pour la même raison que le choix des crayons est fort important. Ces crayons doivent être assez durs pour permettre des traits excessivement fins ; s'ils étaient trop mous, ils s'écraseraient et l'on obtiendrait des contours épais et mal définis. La pointe du crayon doit être entretenue aussi fine que possible. On y arrive très bien en usant la mine sur des papiers à émeri.

Les reproductions des images observées au microscope ont

une très grande importance. Pour l'étudiant c'est le meilleur moyen de se graver dans l'esprit les particularités qu'il étudie. En faisant le dessin il observe souvent bien des choses qui lui échappaient; il cherche, pour mieux voir ce qui lui paraît obscur et compléter son dessin, à faire de meilleures préparations et il acquiert ainsi bien vite une grande habileté. Plus tard, un dessin exact est indispensable pour corroborer une observation personnelle et faire saisir clairement une explication. Ces dessins, pour avoir une valeur réelle, exigent plusieurs qualités.

Tout d'abord le dessin doit être parfaitement exact, c'est-à-dire que ses contours doivent représenter sans aucune différence ceux de l'image vue au microscope.

Il doit être la reproduction fidèle de ce qui existe et de ce que l'on voit, et non pas, comme on le fait trop souvent, une sorte de schéma, c'est-à-dire la reproduction d'une idée. Des dessins artistiques ne sont pas à dédaigner, mais il faut se défier du trop grand désir de faire quelque chose qui plaise à l'œil; on est alors souvent entraîné à s'écarter de l'exacte vérité; sans vouloir insister trop longtemps sur ce sujet, nous croyons cependant nécessaire de donner ici quelques notions au sujet de la manière dont on doit opérer.

Il est bon, lorsqu'on représente l'image d'une préparation, d'en prendre deux dessins, l'un *d'ensemble*, l'autre *de détails*.

Le dessin d'ensemble présente de grandes difficultés, d'autant plus que l'objet tout entier offre souvent un trop grand diamètre pour être facilement représenté au moyen de la chambre claire. De plus, il demande un peu de goût artistique. Outre les rapports de grandeur et de forme à observer, on doit tenir compte encore de la position de l'objet, de la perspective, des ombres, etc.; la question des ombres est surtout importante quand il s'agit d'objets opaques; on a alors l'habitude d'éclairer l'objet du côté gauche, l'ombre doit donc être portée du côté droit. On pourrait croire que lorsqu'on examine des coupes très fines, il n'y a pas d'ombres. C'est là une erreur; l'ombre en effet est encore sensible au bord de l'ouverture des vaisseaux, ou des cellules dans les coupes des tissus Plus la lumière tombe normalement sur la coupe, plus les ombres sont faibles il est vrai, mais il ne faut pas oublier

que pour apercevoir très nettement des coupes excessivement fines, on éclaire un peu obliquement, et alors les ombres deviennent plus sensibles. Or, toutes ces ombres doivent être reproduites dans le dessin, et si l'on a soin de les bien appliquer comme on les voit, on obtient des représentations très fidèles des objets. Lorsque le dessin d'ensemble est terminé, on s'occupe de reproduire à un plus fort grossissement les particularités les plus intéressantes de la préparation.

Un bon dessin d'une image microscopique est donc la preuve d'une observation attentive; et l'on peut dire qu'avec de la patience tout observateur peut devenir rapidement un bon dessinateur. Pour notre part, nous avons vu dans des laboratoires de l'École de pharmacie des élèves sérieux acquérir très rapidement un véritable talent, et l'on pouvait suivre avec le plus grand intérêt, à la fin de l'année, sur l'ensemble de leurs dessins, les progrès qu'ils avaient faits uniquement par la patience et l'observation.

Il est bon d'accompagner les dessins de la valeur du grossissement avec lequel ils ont été exécutés.

## § 18. APPAREILS ACCESSOIRES.

### A. INSTRUMENTS POUR FAIRE LES COUPES.

Les objets que l'on observe au microscope sont généralement trop épais pour pouvoir être examinés sans préparation à la lumière transmise. On les réduit alors en tranches minces au moyen d'instruments divers appropriés au volume des objets et à leur dureté.

1° *Rasoirs.* — Les rasoirs employés à faire les coupes des tissus animaux et végétaux doivent être d'excellente qualité et bien trempés. Il est bon de les choisir avec une face plane; le tranchant des rasoirs s'use rapidement, et comme on ne peut faire de bonnes coupes qu'à la condition d'avoir un tranchant très fin, il est nécessaire de les affiler à chaque préparation. Le plus souvent il suffit de les passer plusieurs fois sur une bonne pierre à aiguiser, puis sur le cuir à affiler. Mais de temps en temps il faut aiguiser son rasoir à fond, si l'on peut

s'exprimer ainsi; voici un excellent procédé que M. Duchartre enseigne dans ses conférences au laboratoire de botanique de la Sorbonne et que nous ne saurions trop recommander. On se procure un disque de verre dépoli, et deux ou trois numéros des plus fins tripolis. Le rasoir ayant été aiguisé sur une bonne pierre, on le passe successivement sur deux ou trois pâtes de plus en plus fines de tripoli et d'huile, puis finalement sur le disque de verre dépoli recouvert d'une mince couche d'huile. On essuie le rasoir, et si l'opération a été faite avec soin, on obtient un excellent tranchant.

2° *Microtomes.* — Le rasoir est un bon instrument pour faire les coupes sur les objets qui n'offrent pas une trop grande résistance. Mais si l'on a affaire à des corps durs (tiges, racines, etc.), la résistance qu'opposent ces corps au rasoir devient un obstacle fâcheux. La main qui dirige le rasoir, tout occupée à vaincre l'obstacle, change insensiblement de direction, et l'on obtient des coupes d'épaisseur diverse en différents points, et obliques plus ou moins par rapport à la direction que l'on désire leur donner. D'autre part il est difficile de maintenir entre les doigts l'objet qui résiste au rasoir; aussi a-t-on construit divers instruments qui tendent à supprimer ces causes d'imperfection des coupes. Le plus simple, et à coup sûr l'un des plus commodes, est le *microtome à main de M. Ranvier*. Cet appareil se compose d'une platine circulaire en métal recouverte ou non d'une lame de verre. Au centre de cette platine est une ouverture circulaire qui est en même temps l'orifice d'un cylindre de laiton fixé perpendiculairement au-dessous de la platine. C'est dans ce cylindre que l'on place la préparation fixée, comme on le dira plus loin, dans la moelle de sureau ou la paraffine. A la partie inférieure du cylindre se trouve une vis graduée terminée supérieurement par un plateau sur lequel repose l'objet à diviser; on tient l'instrument à pleine main par le cylindre, et en tournant la vis d'une quantité convenable, on fait affleurer l'objet au niveau du plan de la platine. Avec un rasoir à face plane on fait une première coupe pour égaliser la surface de l'objet; puis, en tournant la vis, on soulève l'objet. La face plane du rasoir étant exactement maintenue appliquée sur la platine,

on coupe toute l'épaisseur de l'objet qui dépasse au-dessus de la platine. On peut obtenir ainsi des coupes aussi fines que l'on veut, et si l'objet a été bien assujetti dans le cylindre du microtome, il ne se dérangera pas, même s'il présente une certaine dureté, et la coupe conservera le sens qu'on aura voulu lui donner. On livre avec le microtome des cylindres de cuivre de plus petite ouverture qu'on introduit dans le précédent lorsqu'on veut agir sur de petits objets qu'il serait difficile de maintenir dans un cylindre d'un trop grand diamètre. Le microtome de M. Nachet que nous reproduisons ici (fig. 19) repose sur les mêmes principes.

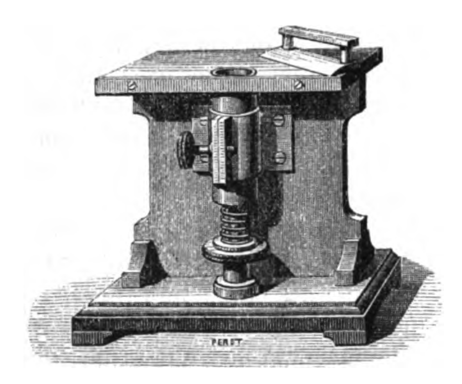


Fig. 19.

### B. ACCESSOIRES DIVERS.

1° *Pinces*, *ciseaux*, *aiguilles*, etc. — Quand on fait des préparations microscopiques, il faut être muni de pinces diverses, les unes droites, les autres courbes; de ciseaux qui ne sont autres d'ailleurs que ceux qu'on emploie en général dans les dissections. Enfin pour dissocier les éléments sur les porte-objets avant de les examiner, ou pour les dissections à la loupe, on se sert d'aiguilles montées qu'il faut choisir *inflexibles* et à pointes très acérées. On se sert également dans certains cas d'aiguilles *tranchantes*, dans le genre des *aiguilles à cataracte* et d'aiguilles courbes ou terminées d'un crochet à leur extrémité.

2° *Photophore*. — On désigne sous ce nom un petit appareil fort utile pour les dissociations et les dissections fines. Il consiste en une boîte rectangulaire dont la face supérieure est formée par une lame de verre et dont l'un des côtés est

enlevé. Sur le fond de cette boîte on dispose une glace inclinée à 45 environ vers le côté ouvert. Cette glace réfléchit une grande quantité de lumière qui va éclairer les objets que l'on a placés pour les étudier dans un verre de montre ou tout autre récipient transparent posé sur la lame de verre qui forme le dessus de la boîte. La grande lumière ainsi obtenue permet de distinguer des détails des objets examinés que l'on ne pourrait observer autrement.

3° *Cristallisoirs, verres de montre*, etc. —On emploiera pour placer les coupes avant de les monter de petits baquets de verre semblables à des cristallisoirs, ou des verres de montre. Tantôt on y laissera les coupes pour leur faire subir l'influence de réactifs divers, tantôt pour qu'elles s'y étalent à l'aise dans le véhicule choisi, avant d'être placées sur le porte-objet.

4° *Plaques* ou *lames de verre*. — On en emploie de deux sortes : les unes, sur lesquelles on dépose l'objet à observer, reçoivent le nom de *lames porte-objets ;* les autres, qui servent à recouvrir les préparations, sont appelées *lamelles* ou *couvre-objets*.

*Lames porte-objets.*

Elles doivent être en verre parfaitement poli et planes sur les deux faces. Leur épaisseur ne doit pas dépasser 1 à 2 millimètres. Elles sont généralement taillées sous forme de bandes de 72 à 75 millimètres de longueur sur 24 à 25 millimètres en largeur. D'ailleurs ces dimensions peuvent être augmentées suivant les besoins.

Lamelles ou *couvre-objets*.

Ces lamelles sont carrées ou circulaires. Leur épaisseur doit être appropriée au grossissement que l'on emploie. Les plus minces seront réservées pour les forts grossissements.

La délicatesse même de ces lamelles exige certaines précautions dans leur maniement. Comme les porte-objets, les couvre-objets doivent, avant d'être employés, être soigneusement nettoyés afin qu'aucune poussière ou impureté ne les souille. Les porte-objets sont faciles à nettoyer. S'ils sont gras, une goutte d'alcool leur rendra leur transparence. Pour les couvre-objets, on devra, après les avoir plongés dans l'eau ou

l'alcool, les étendre sur plusieurs doubles de papier buvard, les y laisser sécher, puis les passer délicatement sur un linge fin tenu entre le pouce et l'index. Avec un peu d'habitude on arrive très vite à les nettoyer sans les briser.

L'utilité des lamelles dans les observations microscopiques est incontestable. Non seulement elles protègent les préparations contre la poussière, mais encore elles empêchent l'évaporation ou l'altération des véhicules employés pour monter les préparations. Enfin et surtout, l'usage essentiel des couvre-objets est de faire que, dans les préparations vues à l'aide de la lumière transmise, la surface d'entrée et la surface de sortie des rayons lumineux soient parallèles. Sans le couvre-objets, la direction des rayons sortant de la préparation pour pénétrer dans l'objectif ne serait pas parallèle à la direction de leur incidence: ils seraient déviés à leur émergence dans l'air en diverses directions, proportionnellement aux courbures et à l'irrégularité des surfaces des objets qu'ils traversent. Tous n'iraient plus frapper l'objectif, ou, ne lui arrivant plus parallèlement, ils ne donneraient qu'une image confuse des corps. Il est du reste facile de le constater en examinant successivement la même préparation à découvert, puis avec une lamelle.

### § 19. PRÉPARATION DES OBJETS MICROSCOPIQUES VÉGÉTAUX.

Nous ne nous occuperons dans ce paragraphe que de la préparation des éléments et des tissus des végétaux. Les détails nécessaires aux préparations animales que comporte cet ouvrage seront exposés plus loin.

Lorsqu'on veut examiner au microscope un tissu ou quelque partie de plante, il faut avoir recours à une série de préparations que nous allons décrire :

1° Si l'objet à examiner présente une certaine épaisseur, et qu'on veuille en étudier la structure intime, il faut pratiquer des *coupes minces* sur cet objet, ou faire des *dilacérations*, s'il y a lieu ;

2° Les coupes doivent ensuite être soumises aux *réactifs* convenables ;

3° Enfin la préparation doit être montée pour l'observation, c'est-à-dire placée dans un *liquide conservateur*, recouverte d'une lamelle, que l'on scelle au porte-objet de manière à éviter l'évaporation ou l'altération du liquide choisi comme véhicule.

Nous allons décrire en détail ces diverses opérations :

1° *Exécution des coupes minces.* — Plusieurs conditions doivent être remplies si l'on veut obtenir de bonnes coupes :

1. Il faut avoir de bons instruments; nous avons indiqué plus haut quelles sont les qualités que l'on doit en exiger;

2. Il faut agir sur des corps d'une consistance déterminée. On n'obtiendra jamais de bonnes coupes sur des corps mous; les corps très durs présentent également de grands obstacles. Il faut autant que possible agir sur des corps assez consistants pour se laisser trancher sans céder devant l'instrument, et assez tendres pour ne pas lui résister trop énergiquement.

Pour atteindre ce but, on durcit les corps mous au moyen de réactifs appropriés (voir page 43), et l'on ramollit les corps durs soit par l'ébullition dans l'eau (graines sèches), soit par macération dans une eau alcaline (bois durs).

Les coupes sur les objets friables sont extrêmement délicates à opérer. On se trouvera bien de les enrober dans un corps qui en agglutine les diverses parties (paraffine, gomme, etc., voir page 41) : on agira de même pour les corps pulvérulents (spores, pollen).

Quoi qu'il en soit, lorsqu'on a obtenu la consistance désirable, on peut commencer à pratiquer les coupes. On se rend bien compte du sens dans lequel on veut les diriger et l'on agit comme il suit :

Lorsque l'objet est d'un fort volume, on peut le tenir à la main, mais s'il présente un faible volume, on doit recourir à une installation particulière. Si l'objet n'est pas trop dur, on peut l'enfermer entre deux morceaux de moelle de sureau ou de liège. Voici comment cela se pratique : on prend un cylindre de moelle de sureau assez long pour être facilement tenu entre les doigts, et on le fend en deux. Puis au moyen d'une tige rigide quelconque, on détermine par pression, à l'une des extrémités de l'un des demi-cylindres ainsi obtenus, une pe-

tite cavité de grandeur suffisante pour y placer l'objet. Celui-ci étant logé dans la position exacte qu'on veut lui donner, on superpose par leurs faces planes les deux demi-cylindres de sureau, et les tenant entre les doigts de façon qu'ils ne se séparent pas, on plonge à plusieurs reprises dans l'eau ou l'alcool l'extrémité où se trouve l'objet à diviser. La moelle de sureau se gonfle, presse sur l'objet qu'elle renferme et le maintient ainsi solidement fixé (1). On n'a plus qu'à pratiquer les coupes avec le rasoir. Pour cela, saisissant le rasoir de la main droite, en même temps que la main gauche tient le cylindre de moelle de sureau, on applique la face plane du rasoir sur la surface libre du sureau, et d'un premier coup on enlève une tranche mince. Ce premier coup de rasoir a pour but de bien égaliser la surface à couper; du même coup on obtient une surface bien nette de l'objet. Il s'agit maintenant de mener les autres coupes de telle sorte qu'elles aient dans toute leur étendue la même épaisseur. Il faut donc que le rasoir dans sa marche suive toujours la même direction. On y arrive assez facilement si, en même temps qu'on fait avancer la lame, on se préoccupe de toujours en sentir la face plane inférieure en contact avec l'index de la main qui tient l'objet. Avec un peu d'habitude on arrive ainsi parfaitement à donner au rasoir une direction constante. Quand on fait ces coupes à *main levée*, les coudes doivent être parfaitement libres, et rapprochés du corps; le cylindre de moelle tenu entre l'index et le pouce dans une position perpendiculaire au plan de la table sur laquelle on opère, et le plat du rasoir parallèle à ce même plan. On devra toujours tremper le rasoir dans l'eau ou l'alcool avant de pratiquer la section; on risque sans cela de détériorer les coupes que l'on obtient.

Les commençants ont l'habitude d'examiner chaque coupe qu'ils viennent de faire. C'est là un grand tort; les premières coupes en effet ne sont jamais parfaites. Il faut pour ainsi dire que la main se fasse à l'opération qu'on exige d'elle. Aussi

(1) Si l'objet n'offre pas beaucoup de résistance, comme il pourrait être écrasé par le gonflement de la moelle de sureau, on le place dans une petite cavité obtenue, non plus par simple pression, mais en enlevant un morceau de moelle.

doit-on faire de nombreuses coupes. Et l'on verra que les dernières sont toujours bien plus fines et plus propices à l'examen. Cependant, comme il ne faut rien perdre, on aura soin de réunir dans un petit baquet de verre rempli d'eau toutes les coupes que l'on fait, puis quand on en aura fait un grand nombre, on choisira les meilleures pour les observer et les conserver. Les coupes trop épaisses seront également examinées, et si on leur trouve quelque intérêt, on recommencera sur un nouvel échantillon des coupes que l'on s'attachera surtout à obtenir fines au niveau de l'endroit où les premières avaient été mal réussies.

**Coupes dans la paraffine.** — Lorsque les objets sont très durs, la moelle de sureau ne peut être utilisée ; on peut alors opérer de la manière suivante : après avoir desséché l'objet à préparer, de manière à priver complètement sa surface d'humidité, on le trempe dans la paraffine fondue, ou dans un mélange de cire et d'axonge (il est bon, quand on se sert de paraffine, de l'additionner d'un peu d'axonge). Puis on le retire pour laisser solidifier à sa surface une première couche de paraffine. En trempant ainsi le même objet à plusieurs reprises, on obtient bientôt un petit bloc de paraffine contenant le tissu à trancher, dont on a eu soin de déterminer la position exacte, afin de pouvoir plus tard diriger les coupes dans le sens convenable.

Ce bloc de paraffine est encore trop petit pour être aisément tenu entre les doigts ; on le fixe alors au moyen de la même substance fondue sur un bouchon de liège, et on le dispose dans la cavité d'un tube en laiton. On coule autour une certaine quantité de paraffine fondue, et après refroidissement, on retire du tube une petite bougie contenant l'objet à trancher.

Si l'on fait usage du microtome, le cylindre de l'appareil servira de tube où l'on coulera la paraffine.

Pour faire des coupes *sur les poils*, les filaments de lin, de chanvre, etc., on en forme des faisceaux que l'on trempe dans la paraffine et que l'on prépare comme il vient d'être dit.

Lorsque les coupes ont été faites, il faut les débarrasser de la paraffine qui les souille. Pour cela, on les place dans la té-

rébenthine, on les y laisse séjourner quelque temps, puis on les porte dans l'éther. On peut également employer le xylol qui dissout bien la paraffine.

**Coupes dans la gomme.** — On peut remplacer la paraffine par une solution épaisse de gomme dans laquelle on laisse séjourner l'objet pendant quelques heures. Lorsqu'il est bien imprégné de gomme, on le plonge dans l'alcool à 90°. La gomme durcit au bout de quelque temps. On peut alors pratiquer des coupes qu'il suffit de laisser séjourner dans l'eau pour les débarrasser de la gomme.

2° *Dilacération.* — Certains objets ont besoin d'être dilacérés pour être examinés au microscope (filaments de lin, chanvre, etc.). Cette opération se prépare au moyen de réactifs appropriés, et s'effectue au moyen des aiguilles. Pour obtenir de bonnes dilacérations, on doit opérer sur de très petites portions de l'objet. Tandis qu'on le maintient fixe avec une aiguille, on opère avec l'autre des tractions légères et répétées, dans une direction telle qu'on sépare les éléments sans les briser. Cette opération demande une grande patience pour être bien faite.

## § 20. RÉACTIFS.

Nous donnerons ici une indication sommaire des principaux réactifs employés dans les observations microscopiques des végétaux, renvoyant pour leur mode d'emploi aux détails circonstanciés que nous donnons dans le cours de l'ouvrage.

Les réactifs utilisés pour l'étude des éléments et des tissus ou organes végétaux peuvent se classer de la manière suivante : d'après leur action, on distingue des réactifs *colorants*, *durcissants*, *altérants*.

1° **Réactifs colorants.** — *Carmin.* — 15 à 30 centigrammes de carmin sont dissous dans la quantité d'ammoniaque voulue pour avoir une liqueur neutre, et on ajoute 30 grammes d'eau distillée. On filtre et on additionne de 30 grammes de glycérine et de 8 à 10 grammes d'alcool. Beaucoup d'autres formules ont été proposées ; ce qu'il faut rechercher, c'est que la solution ne soit pas alcaline. Le carmin colore le protoplasma et le nucléus.

*Eau iodée.* — L'eau iodée que l'on obtient en laissant un excès d'iode en contact avec de l'eau distillée sert à déceler la présence de l'amidon. Asso-

ciée à l'acide sulfurique, elle colore la cellulose en violet. L'eau iodée colore en jaune le protoplasma.

*Chlorure de zinc iodé.* — Réactif de la cellulose.

On peut préparer ce réactif de plusieurs manières; voici le procédé de M. Radlkofer.

On fait, à la température ordinaire, une solution de zinc dans l'acide chlorhydrique, on évapore à une température qui ne dépasse pas 100°, et on l'amène à l'état d'un sirop dont la densité soit égale à 2,0; on étend alors ce sirop jusqu'à le réduire à la densité de 1,8, en y ajoutant 12 parties d'eau pour 100 de solution. Dans 100 parties du liquide ainsi obtenu, on dissout, à une douce chaleur, 6 parties d'iodure de potassium et autant d'iode qu'il peut en prendre. Ainsi préparée, la solution de chlorure de zinc iodé a la consistance sirupeuse de l'acide sulfurique concentré; elle est colorée en brun jaunâtre clair. On peut l'étendre à différents degrés, selon le besoin, son action variant sensiblement avec sa concentration.

*Acide nitrique.* — Colore en jaune les matières azotées, surtout si l'on fait suivre son action de l'addition d'un peu d'ammoniaque.

*Réactif de Milon, nitrite de mercure.* — Ce réactif, qui colore en rouge les matières azotées, se prépare en dissolvant du mercure pur dans un poids égal d'acide azotique. La réaction s'établit à froid; à la fin on chauffe pour achever la dissolution du mercure. On étend ensuite la liqueur de deux volumes d'eau pour un volume de la dissolution mercurielle.

Nous indiquerons en lieu utile les réactifs colorants propres à certaines substances et que l'on obtient par l'action successive de plusieurs agents chimiques.

*Couleurs d'aniline.* — On utilise beaucoup et avec succès les couleurs d'aniline : fuschine, violet de Paris, bleu d'aniline, vert de méthyle, etc. Nous renvoyons pour la préparation de ces réactifs au chapitre qui en traite dans la seconde partie de ce livre. Nous indiquerons en temps et lieu comment on peut les utiliser et dans quels cas particuliers ils doivent être employés.

2° **Réactifs durcissants.** — *Alcool.* — L'alcool à 90° durcit les tissus et coagule le protoplasma. Plus concentré, son action coagulante diminue, son action durcissante augmente. Nous verrons plus loin tout le parti qu'on peut tirer de ce réactif.

3° **Réactifs altérants.** — *Acide sulfurique.* — S'il est assez

concentré, il dissout la cellulose. Associé au sucre ou à l'iode, il devient un réactif colorant.

*Acide acétique.* — Cet acide est employé pour éclaircir les coupes en les rendant plus transparentes, et pour décomposer le carbonate de chaux dont on veut caractériser la présence dans certains tissus végétaux.

*Potasse.* — Employée pour dissoudre la matière incrustante des cellules, etc.

*Oxyde de cuivre ammoniacal.* — Dissout la cellulose.

Ce réactif se prépare en dissolvant de l'oxyde de cuivre récemment précipité et encore humide dans de l'ammoniaque liquide.

*Chlorate de potasse* — Il sert dans le procédé de macération de Schulze.

On prend l'objet que l'on coupe en tranches minces. On les dépose sur le porte-objet et on les couvre d'une quantité de chlorate de potasse égale à leur volume, puis on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. La lame de verre est ensuite exposée pendant une à trois minutes à la chaleur d'une lampe à alcool. Après la réaction, on lave, en répandant à plusieurs reprises de l'eau, au moyen d'un pinceau, sur la préparation. On parvient de cette façon à isoler les cellules. La macération de Schulze doit toujours se faire loin du microscope, les vapeurs qui se dégagent pouvant endommager les lentilles.

Lorsqu'on a procédé à l'application du réactif, il s'agit de monter la préparation, c'est-à-dire de la placer dans un véhicule approprié sur le porte-objet, et de la recouvrir d'une lamelle. Le véhicule a pour but d'une part de conserver la préparation, d'autre part de constituer un milieu entre les deux lamelles, dont l'indice de réfraction se rapproche de celui du verre ; sans ce liquide l'effet du couvre-objet sur l'émergence des rayons transmis, dont nous avons parlé plus haut, serait à peu près nul.

### § 21. VÉHICULES OU LIQUIDES CONSERVATEURS.

Les véhicules employés pour conserver les préparations végétales ne sont pas très nombreux. On est guidé dans leur choix par la nature de la préparation que l'on veut conserver.

Mais il faut bien se rappeler que certains de ces véhicules, qui sont inoffensifs pour une préparation donnée, deviennent de véritables réactifs pour d'autres, ainsi que nous allons le montrer.

Les liquides conservateurs les plus employés sont les suivants :

**Glycérine.** — On emploie la glycérine pure et neutre. Ce liquide agit à la fois comme conservateur et comme éclaircissant.

Sa densité étant assez considérable, on ne doit pas l'employer pure lorsqu'on veut conserver sans altération des coupes de jeunes tissus, car elle contracterait le protoplasma. On l'additionne d'eau ou l'on se sert d'un autre véhicule. La glycérine est souvent additionnée de quelques gouttes d'acide acétique.

**Alcool.** — Il ne peut être employé pur parce qu'il agit comme réactif; on peut en former néanmoins divers liquides conservateurs.

**L'alcool créosoté.** — A été employé par Thwaites pour la préparation des algues avec leur matière colorante.

| | |
|---|---|
| Alcool.................................... | 1 |
| Eau distillée.............................. | 14 |
| Créosote jusqu'à saturation. | |

On filtre et on laisse reposer.

**Eau camphrée.** — Ce liquide est souvent employé pour la conservation des algues ou des préparations délicates que la glycérine pourrait altérer.

On peut le préparer au moyen de l'eau et de l'alcool, en laissant dans un flacon rempli d'eau un excès de camphre en poudre, et en agitant de temps en temps.

**Chlorure de calcium.** — S'emploie en dissolution peu concentrée.

| | |
|---|---|
| Chlorure de calcium sec.......... | 1 partie. |
| Eau distillée...................... | 3 — |

Ce véhicule ne doit pas être employé pour conserver les préparations qui renferment de l'amidon.

**Laque de Copal et Baume de Canada.** — Servent aussi pour conserver les préparations microscopiques, principalement les coupes de bois. On les dissout dans l'essence de térébenthine ou dans le chloroforme.

**Huile fine des horlogers.** — Cette huile sert à conserver certaines préparations, pollen, spores, etc. Elle est préférable aux huiles essentielles de citron ou d'anis autrefois conseillées, qui ont l'inconvénient d'attaquer les vernis employés à clore les préparations.

## § 22. DE LA CONSERVATION DES PRÉPARATIONS.

**Transport de la préparation sur le couvre-objet.** — Si l'objet est mince, on dépose sur un porte-objet bien propre une goutte du liquide conservateur que l'on veut employer, et avec une aiguille plate on soulève l'une des préparations que l'on choisit dans le nombre de celles que l'on a faites, et on la dépose, après l'avoir desséchée sur un morceau de papier buvard fin, dans la goutte de liquide placée sur le porte-objet. Les pinces ne doivent pas être employées pour saisir les préparations, car elles les altèrent le plus souvent. Pour retrouver des préparations très petites déposées par exemple dans un verre de montre, on place ce vase sur un fond noir. Lorsque les préparations sont très délicates, il vaut mieux, pour les monter, plonger le porte-objet dans l'eau où elles baignent, le faire passer sous la coupe que l'on choisit, puis le relever doucement. La coupe est ainsi, sans aucune traction, déposée sur le verre.

**Préparation de l'objet dans le liquide conservateur.** — 1° L'objet mince ayant été déposé, comme nous venons de le dire, dans le liquide conservateur, il n'y a plus qu'à placer la lamelle; cette opération exige beaucoup de soin et une certaine dextérité pour éviter d'une part que l'objet ne voyage dans la goutte de véhicule et n'atteigne les bords de la lamelle, d'autre part la formation de bulles d'air qui pourraient rester emprisonnées dans la préparation. L'objet étant convenablement placé, sans bulles d'air, on enlève avec un peu de papier buvard l'excès de liquide qui dépasse les bords de la lamelle

et on lute comme nous allons l'indiquer. Lorsqu'on a pris l'habitude de ces préparations, on arrive très exactement du premier coup à ne mettre sur le porte-objet que la quantité voulue de liquide pour remplir complètement l'espace limité par la lamelle. C'est là une condition que l'on doit s'attacher avec soin à obtenir, car s'il y a trop de liquide, il est toujours délicat de l'enlever sans faire remuer la lamelle, et on risque alors de déplacer la préparation. Si au contraire le liquide conservateur est en trop petite quantité, il reste de l'air entre la lamelle et le couvre-objet, ce qu'il faut éviter. Dans ce dernier cas on déposerait une petite goutte de liquide conservateur contre l'un des bords de la lamelle, et l'excès serait enlevé comme précédemment.

2° Lorsque l'objet à préparer n'est pas très mince, il risque d'être écrasé entre la lame et le couvre-objet; on est alors obligé de maintenir un certain écartement entre ces deux verres, et de faire ce qu'on appelle une *cellule*.

Pour cela, avant de déposer la préparation sur le couvre-objet, on place sur celui-ci un petit cadre que l'on fait soit avec de petites *bandes* de papier d'étain, soit avec des lames minces de caoutchouc ou de verre d'épaisseur variable avec la profondeur qu'on veut donner à la cellule. On limite ainsi un espace de grandeur convenable pour être exactement recouvert par la lamelle couvre-objet dont les bords s'appuient sur les bandes.

Mais les cellules les plus employées sont celles que l'on fait avec les vernis. On emploie généralement le vernis de bitume de Judée (voir page 48), et voici comment l'on procède. Au moyen d'un pinceau enduit de vernis, on trace à la main ou avec la tournette (1) sur le porte-objet un cadre dont on augmente l'épaisseur jusqu'au degré voulu, en superposant plusieurs couches de vernis. On dépose au centre une goutte du liquide conservateur dans lequel on place l'objet, puis on applique le

(1) Ce petit instrument, dont on se passe très aisément, se compose d'un disque en cuivre qui tourne sur un pivot. On place la préparation au centre du disque; on pose l'extrémité du pinceau trempé de vernis en un point déterminé par le diamètre qu'on veut donner au cadre, et l'on fait tourner le disque. Le pinceau restant immobile décrit un cercle du diamètre voulu.

couvre-objet. Un compresseur à faible ressort est alors appliqué de manière à déterminer l'adhérence entre les bords de la lamelle et le vernis. Il ne reste plus qu'à luter la préparation.

**Élimination de l'air des préparations.** — Dans la préparation des objets microscopiques, l'un des principaux obstacles que l'on rencontre consiste dans la présence d'une grande quantité de bulles d'air retenues par l'objet (poils, tissus lacuneux, etc.). Or cet air devient très gênant pour l'observation, et toute préparation bien montée doit en être débarrassée. Plusieurs procédés peuvent être employés à cet effet.

Schacht (*loc. cit.*) indique le suivant. Avant de placer la préparation sur le porte-objet, on la plonge dans l'alcool, puis on la transporte dans l'eau et de là dans le véhicule déposé sur la lame de verre. On peut encore employer l'acide acétique de la même manière, ou la chaleur en opérant comme il suit : On place l'objet dans une goutte d'eau sur un porte-objet, et on passe la lame à plusieurs reprises sur la flamme d'une lampe à alcool, on porte à l'ébullition, et on n'a plus qu'à monter la préparation comme précédemment.

Ces divers procédés ne peuvent être toujours employés, car ils peuvent avoir quelque action nuisible sur les substances renfermées dans les cellules; on chasse alors l'air au moyen de la pompe pneumatique.

**Vernis ou ciments.** — On appelle vernis ou ciments des substances solides ou demi-solides qui servent à luter les préparations, c'est-à-dire à cimenter la lamelle sur le porte-objet. Pour appliquer les vernis on doit se servir de pinceaux de poils fins et bien taillés.

*Vernis au bitume.* — Ce vernis se prépare au moyen de *bitume de Judée* que l'on dissout dans l'essence de térébenthine et la benzine, ou dans tout autre liquide approprié. Le vernis suivant nous donne de bons résultats.

| | |
|---|---|
| Essence de térébenthine.............................. | 4 parties. |
| Benzine.......................................... | 1 — |
| Bitume de Judée.................................. | q. s. |

Pour obtenir un vernis de consistance crémeuse, il suffit de laisser digérer le bitume dans l'essence jusqu'à dissolution complète du bitume, en

remuant de temps en temps. La formule précédente donne une préparation qui sèche assez vite et n'est pas cassante. On lui donnerait encore plus de liant en y ajoutant quelques gouttes d'huile de lin.

*Vernis à la laque*. — Il se compose d'une dissolution de laque du commerce dans l'alcool. C'est un bon ciment.

*Vernis au baume de Canada*. — Ce vernis, à peu près incolore, est d'un bon usage.

On le prépare de la manière suivante : on fait sécher au feu du *baume de Canada* jusqu'à ce qu'il soit absolument durci et on le dissout dans l'essence de térébenthine rectifiée ou dans le chloroforme, de manière à obtenir un mélange sirupeux.

Lorsqu'on emploie le baume de Canada pour sceller des préparations sèches, on peut l'employer sec de la manière suivante : l'objet ayant été déposé au milieu du porte-objet, on place à l'entour de petits fragments de baume solidifié. On saisit une lamelle et on la dépose sur l'objet et les fragments de baume qui l'entourent. On chauffe doucement la préparation au-dessus d'une lampe à alcool : le baume fond et forme un cercle autour de l'objet. On appuie légèrement sur la lamelle et on laisse refroidir.

**Poussières, bulles d'air, mouches volantes.** — Les préparations ayant été faites comme nous venons de l'indiquer, on peut procéder à leur examen. Il est bon toutefois d'étudier les préparations avant de les luter; si elles sont mauvaises, on les rejette ou on les améliore, ce qui ne saurait être fait, une fois le vernis posé. Lorsqu'on procède à l'examen des préparations, il est impossible d'éviter certaines illusions d'optique avec lesquelles on doit se familiariser. De ce nombre, les unes sont dues :

1° Aux bulles d'air qui se présentent sous la forme de cercles de grandeur variable, colorés en noir sur les bords dans la lumière transmise, et en blanc à la lumière directe ;

2° Aux grains de poussière, irréguliers, anguleux, souvent colorés ;

3° Enfin d'autres, qu'on appelle *mouches volantes*, sont tantôt des taches ou anneaux concentriques brillants et irisés, qui apparaissent surtout quand on a regardé le soleil ou un

nuage brillant, ou qu'on s'est frotté les yeux trop fortement avant de les porter devant l'oculaire. Elles sont donc dues à un ébranlement de la rétine.

D'autres *mouches volantes* apparaissent dans le champ du microscope sous la forme d'amas de petits globules parfaitement ronds, mélangés de quelques filaments pâles. Toutes ces images se meuvent en même temps que l'œil; on reconnaîtra aisément que ces corps ne font pas partie de la préparation en faisant mouvoir le porte-objet. Ces corps ne participeront pas au mouvement imprimé à la préparation. On arrive d'ailleurs rapidement, avec un peu d'exercice, à laisser de côté ces images pour ne plus voir que l'objet lui-même.

Nous n'insisterons pas davantage sur les procédés mis en usage pour monter les préparations et les examiner. Ce que nous en avons dit doit suffire pour mettre tout observateur sérieux à même de se servir utilement d'un microscope, et l'on ne doit pas oublier que l'initiative personnelle joue un grand rôle dans ces observations.

# HISTOLOGIE VÉGÉTALE

---

## CHAPITRE II

### ÉLÉMENTS ANATOMIQUES.

« Le végétal est dans l'origine formé essentiellement d'un simple tissu cellulaire qui subit des modifications diverses par l'effet du développement (1). »

Cette assertion émise pour la première fois par Mirbel a été depuis pleinement confirmée. Nous n'avons donc à considérer qu'une seule espèce d'élément anatomique végétal, la *cellule*.

### ÉTUDE DE LA CELLULE VÉGÉTALE.

ART. 1er.

### Généralités.

§ 1er

*Synonymie :* — Vésicule (Grew, 1682). — Utricule (Malpighi, 1686). — Vesicula, membranula, cortula (Leuwenhoeck, 1719). — Cellule (Mirbel, 1800).

Une cellule complète se compose de quatre parties distinctes (fig. 20, A), savoir :

1° Une enveloppe ou *paroi cellulaire ;*

(1) Mirbel, *Mémoire sur l'origine, le développement et l'organisation du liber et du bois,* in *Mém. de l'Acad. roy. des sc. de Paris,* 1827, t. VII.

2° Une masse fluide, généralement granuleuse, qui, au début, remplit la cavité de la cellule ; c'est le *corps cellulaire*, ou *protoplasma* (1), encore appelé *cytoplasme.*

3° Un *noyau* ou *nucleus*, renfermant un ou plusieurs corpuscules appelés *nucléoles ;*

4° Enfin une substance liquide, le *suc cellulaire*, qui n'apparaît que tardivement.

**Ce qu'il faut entendre par le terme cellule.** — Le terme cellule ne saurait s'appliquer uniquement à l'élément composé des diverses parties que nous venons d'énumérer. En effet, l'une ou l'autre de ces parties peut manquer sans que pour cela l'élément anatomique perde son individualité histologique. Il est donc nécessaire de donner au terme cellule une plus large extension. Une masse protoplasmatique sans paroi est une cellule (zoospores, etc.). Le noyau peut manquer aussi, de même que les vacuoles. Mais une paroi sans protoplasma n'est plus qu'un élément figuré; c'est une cellule qui a cessé d'exister en tant qu'élément vivant, car les propriétés végétatives lui font maintenant défaut. Il résulte de tout cela que c'est le protoplasma qui est l'élément fondamental de la cellule, son principe essentiel.

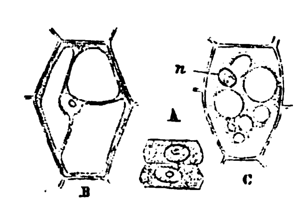



Fig. 20. — A, cellules jeunes prises au voisinage du point végétatif de la tige du romarin. — B et C, cellules du parenchyme sous-épidermique de la tige du Sedum telephium. — En C, le protoplasma légèremsnt rétracté montre de nombreuses vacuoles arrondies. — *n*, noyau.

Comme tout être vivant, la cellule naît, s'accroît et meurt. Nous l'étudierons dans ces trois stades, mais ceux-ci étant marqués par des modifications plus ou moins profondes dans

(1) « Je me crois autorisé, dit H. Mohl (*Botanische Zeitung*, 1848, et *Ann. des sc. nat. de Paris*, Bot., 1846, t. VI, p. 86), à donner le nom de *protoplasma* à la substance demi-fluide azotée, jaunie par l'iode, qui est répandue dans les cavités cellulaires des plantes, nom qui se rapporte à sa fonction physiologique... c'est ce liquide qui fournit les premiers matériaux pour la formation du nucléus et de l'utricule primordiale. « Voir la discussion soulevée à ce sujet par Ch. Robin, in *Anatomie et Physiologie cellulaires*, Paris, 1873.

l'état des parties constitutives de l'élément, il nous paraît nécessaire tout d'abord de caractériser aussi nettement que possible chacune de ces parties, pour en mieux suivre ensuite les transformations.

### § 2. ÉTUDE DE LA NATURE CHIMIQUE DU PROTOPLASMA. RÉACTIFS.

**Sujets d'étude.** — Pour cette étude on emploiera de préférence des tissus très jeunes, dont les éléments sont gorgés de protoplasma. On fera des coupes modérément fines sur les extrémités des tiges ou des racines. On pourra également appliquer les réactifs que nous allons indiquer aux zoospores d'un grand nombre de cryptogames. Ces zoospores en effet sont dépourvues de membrane d'enveloppe et presque uniquement formées de protoplasma. Enfin, si l'on veut agir sur de grandes quantités de protoplasma, on aura recours à certains champignons myxomycètes, dont une espèce très commune sur le tan et très facile à élever, l'*æthalium septicum* (1), sera un sujet d'étude à la portée de tous et d'autant plus convenable qu'il atteint des dimensions remarquables. Nous indiquerons d'ailleurs, dans le courant de cet exposé, divers exemples particulièrement instructifs.

**Nature chimique du protoplasma.** — Le protoplasma appartient au grand groupe des matières azotées ou albuminoïdes. Il s'organise en effet au moyen des quatre éléments, carbone, oxygène, hydrogène et azote. De composition un peu variable dans les différentes cellules où on l'étudie, il peut être considéré, d'après Hunt et Berthelot, comme un amide complexe formé par l'association de la glycolammine, de la leucine, de la tyrosine, etc., avec divers composés oxygénés qui appartiennent d'une part à la série des acides gras, d'autre part à la série benzoïque

**Réactifs. Mode d'emploi.** — Les réactifs sont ceux de toutes les matières azotées. Dans leur emploi il faut toutefois tenir compte du fait suivant :

Le protoplasma en pleine activité vitale ne se comporte pas de la même manière que le protoplasma qui a cessé de vivre. Le protoplasma vivant se montre en effet très réfrac-

(1) On se procure facilement la fleur de tan dans les tanneries. Pour conserver et élever ce champignon, il suffit de placer sur une assiette creuse une certaine quantité du tan qui le porte, puis, après l'avoir imbibé d'eau, de le recouvrir d'une cloche afin d'empêcher l'évaporation.

taire à la plupart des réactifs, et s'il paraît, dans certains cas, être influencé, c'est qu'il a été tué préalablement par le réactif employé. On en trouve la preuve en examinant les tissus colorés des végétaux (corolles, etc.). On peut constater que la matière colorante répartie dans le suc cellulaire laisse parfaitement incolore le protoplasma et le noyau. Vient-on, au contraire, à tuer les cellules, il est alors facile de colorer le protoplasma. Le noyau dans ce cas prend une teinte plus foncée que le corps cellulaire, ce qui s'explique aisément, puisqu'il n'est qu'une partie condensée de ce dernier.

Les réactifs que l'on peut mettre en usage pour caractériser le protoplasma peuvent se diviser en trois groupes d'après leur mode d'action :

Réactifs colorants.
— dissolvants.
— coagulants.

**Réactifs colorants.** — 1° Le carmin, l'indigo, la cochenille, sont absorbés peu avidement par le corps cellulaire. On ne doit employer ces réactifs que dans les cas où le protoplasma n'est pas caché à l'observation par la présence d'une matière colorante propre à la cellule, et en particulier par la chlorophylle, qui remplit souvent à tel point les cellules, que les réactifs colorants ne sauraient être d'aucune utilité. Ces derniers pourront être usités dans les cas de cellules à protoplasma incolore, telles que celles qui forment les tissus de la plupart des champignons, ou dans les plantes plus élevées en organisation, les cellules épidermiques, les extrémités jeunes des rameaux, etc.

2° Le protoplasma étant traité par l'*eau sucrée*, puis l'excès de liquide enlevé au moyen d'un pinceau, si l'on fait intervenir l'*acide sulfurique*, on obtient une coloration qui varie du *rose clair* au *rose rouge*. La même coloration résulte de l'emploi d'un excès d'acide sulfurique anglais concentré. Cette dernière réaction réussit particulièrement bien si l'on agit sur les cellules d'un tissu qui pendant un certain temps a été plongé dans l'alcool. On constate alors que le corps cellulaire, privé d'eau et contracté sous l'influence de l'alcool, se colore immédiate-

ment en rouge vif par l'acide sulfurique et se réunit rapidement au milieu de la cellule en une ou plusieurs gouttelettes d'aspect huileux.

3° Si l'on fait agir l'*iode* en dissolution, soit dans l'eau pure ou additionnée d'iodure de potassium, soit dans l'alcool, le plotoplasma prend une coloration *jaune-brun* caractéristique.

4° Le *réactif* suivant peut être également employé. Il consiste à imbiber le tissu avec une dissolution de *sulfate de cuivre*, puis, après avoir enlevé l'excès de liquide, à ajouter une goutte de potasse; immédiatement le protoplasma prend une belle coloration *violette*.

5° Traité par l'acide azotique, lavé, puis additionné de potasse, le protoplasma se colore en jaune plus ou moins *orangé*.

6° Le réactif de Millon (dissolution acide de nitrate mercurique) donne au protoplasma, avec l'aide de la chaleur, une couleur *rouge foncé*.

**Réactifs dissolvants.** — *Alcalis.* — Les *alcalis dilués* ont la propriété de rendre le protoplasma diffluent, et semblent le dissoudre, car, en perdant sa forme primitive et devenant homogène, il se confond avec le reste du contenu de la cellule. L'ammoniaque ordinaire, par exemple, d'après J. Sachs, dissout en deux heures le protoplasma et le noyau dans les cellules des fruits de courge. Mais ce n'est point là une destruction du protoplasma, car on peut le faire réapparaître : il suffit pour cela de neutraliser la préparation au moyen d'une goutte d'acide acétique, qui, avec addition ultérieure d'iode, précipite bientôt le protoplasma sous forme d'une masse jaune et granuleuse.

Il est à remarquer que les *alcalis concentrés* n'ont pas la même action que lorsqu'ils sont dilués. On peut laisser le protoplasma en contact avec une lessive de potasse, et celui-ci restera intact pendant des journées entières.

**Réactifs coagulants.** — *Acides.* — Les *acides dilués*, et particulièrement l'acide acétique, sont fréquemment employés pour déterminer la coagulation du protoplasma, qui se rassemble alors au milieu de la cellule. Il est même à remarquer qu'un excès d'acide acétique finit par dissoudre le protoplasma

en même temps qu'il rend le noyau plus brillant. Cette propriété rend l'acide acétique très utile pour éclaircir les préparations de tissus.

*Alcool.* — L'alcool agit de diverses manières sur le protoplasma, suivant son degré.

*L'alcool absolu* durcit les tissus, tue le protoplasma, mais ne le coagule que d'une manière peu sensible. Il fixe le protoplasma en l'état où il se trouvait au moment de l'emploi du réactif; c'est là une action très précieuse, comme nous aurons plus tard de fréquentes occasions de le reconnaître. On pourrait employer dans le même but l'acide osmique.

*L'alcool à* 90° se place au premier rang des réactifs coagulants. Sous l'influence de ce réactif, le protoplasma, diversement réparti dans la cellule, se contracte, revient sur lui-même, et se réunit en une masse comme fripée au milieu de la cavité cellulaire. C'est là d'ailleurs une réaction commune aux matières protéiques, mais elle est d'un grand secours dans les recherches micrographiques, en permettant de distinguer très nettement le protoplasma des diverses autres parties de la cellule, paroi et contenu liquide. Les préparations acquièrent sous cette influence une très grande clarté. et principalement dans l'étude des très jeunes tissus où l'abondance du protoplasma nuit à l'observation, on ne saurait trop conseiller d'user de ce réactif. Dans ces cas on ne fera pas agir l'alcool séparément sur chaque coupe, on procédera en plongeant dans l'alcool les parties de plantes à étudier et en les y laissant séjourner pendant quelques semaines. Ajoutons que, l'alcool donnant aux tissus une certaine dureté, on trouvera dans son emploi un réel avantage pour la pratique des coupes.

*Chaleur.* — Une température de 50° coagule le protoplasma, sauf dans certains cas toutefois (Bactériacées) où il peut supporter 75°. Dans un état particulier de vie latente il peut même supporter une température de 105°.

Si l'on va jusqu'à brûler le corps cellulaire, on perçoit une odeur ammoniacale qui dénote la nature azotée de la substance en expérimentation.

### § 3. ÉTUDE DU NOYAU. SA NATURE CHIMIQUE. SES MODES DE DIVISION.

Le noyau n'existe pas dans toutes les cellules (saccharomycètes), mais là où il existe, il revêt finalement une forme sphérique ou ovoïde, et occupe parfois une grande partie de la cellule.

Au début de sa formation, il est ordinairement homogène et très réfringent, puis il se modifie ; un *nucléole* sous la forme d'un petit amas plus réfringent y apparaît, et parfois aussi des *nucléolules*. Bientôt enfin sa substance se montre composée de deux parties différentes par leurs propriétés physiques et chimiques. C'est d'une part une matière très réfractaire aux réactifs colorants, qui constitue le *suc nucléaire;* d'autre part une matière désignée sous le nom de *chromatine*, qui se colore d'une manière intense par les réactifs colorants et spécialement par le vert de méthyle. La chromatine se présente dans le noyau sous des formes variées. Tantôt (*Chara*) elle est à l'état de granules ou de bâtonnets, tantôt (*Tradescantia*) à l'état de filaments enroulés et enchevêtrés (fig. 21, I) ; tantôt enfin elle constitue un délicat réseau dans toute la masse du noyau. Très abondante dans certaines plantes, la chromatine est au contraire très rare dans le noyau de quelques cellules (Chara).

**Nature chimique du noyau.** — On n'est pas encore fixé sur la nature chimique des parties constitutives du noyau. Lorsqu'au début celui-ci est homogène, il est formé d'une substance albuminoïde à laquelle on donne le nom de *nucléine*, qui se caractérise par sa solubilité dans les alcalis étendus et par son insolubilité presque complète dans l'eau et dans les acides minéraux étendus. Cette nucléine, est bien une matière albuminoïde, car elle offre les diverses réactions du protoplasma que nous avons indiquées plus haut (Voir page 55).

Plus tard, cette nucléine semble se dédoubler en deux parties distinctes, l'une, qui forme les granulations chromatiques (1), est soluble dans les alcalis, et se colore fortement

(1) Suivant Guignard (*Recherches sur e noyau cellulaire.* Annales des sciences naturelles. Bot.. 1885), les granulations chromatiques ne seraient

par les réactifs colorants; l'autre, qui constitue ce qu'on appelle l'*hyaloplasme*, est réfractaire aux agents colorants, et serait constituée par une nucléine insoluble à laquelle on donne le nom de *plastine* (Zaccharias).

Quant au nucléole, il a une composition différente des granulations chromatiques et ne saurait être considéré comme une granulation plus volumineuse que les autres, car l'acide chlorhydrique concentré ne l'attaque pas, tandis qu'il dissout les granulations chromatiques. D'ailleurs on met très bien en évidence cette différence de constitution chimique entre le nucléole et les granulations chromatiques par le procédé suivant, que signale Guignard. Si l'on traite un noyau par un mélange de vert de méthyle et de fuschine, et qu'on lave ensuite à l'alcool, on arrive à colorer les grains chromatiques en vert et les nucléoles en rouge, réaction qui montre bien leur nature chimique différente.

**Division du noyau.** — Dans des circonstances déterminées, le noyau des cellules entre en division, et celle-ci se répétant parfois à plusieurs reprises, on peut trouver dans certaines cellules un grand nombre de noyaux, au moins passagèrement. Deux procédés peuvent être mis en œuvre pour arriver à cette multiplication. Tantôt il y a *division directe* du noyau; tantôt il y a *division indirecte* ou *karyokinèse*. La *division directe* s'opère par un étranglement de la masse, qui se segmente bientôt en deux.

Quant à la *karyokinèse*, elle est plus compliquée. Avant d'en arriver aux connaissances que l'on possède aujourd'hui sur ce sujet, les observateurs les plus distingués (Strasbürger, Flemming, Heuser, etc.) multiplièrent leurs observations. Aujourd'hui la question paraît résolue.

**Sujet d'étude.** — Dans un récent travail (*loc. cit.*) Guignard nous paraît être arrivé à élucider dans une large mesure les points les plus controversés. Aussi prendrons-nous, comme type de la division du noyau,

pas formées uuiquement de nucléine, car la pepsine acidifiée qui ne dissout pas la nucléine attaque partiellement les granulations. On peut donc admettre qu'une matière albuminoïde vient s'ajouter à la nucléine pour les former.

celle du noyau du sac embryonnaire du *Lilium candidum*, qu'il a exposée avec la plus grande clarté.

Nous rappellerons d'abord que quelle que soit la forme que revêt la chromatine dans le noyau, lorsque le travail de division va commencer, cette chromatine se réunit en un *filament* qui se pelotonne dans le noyau.

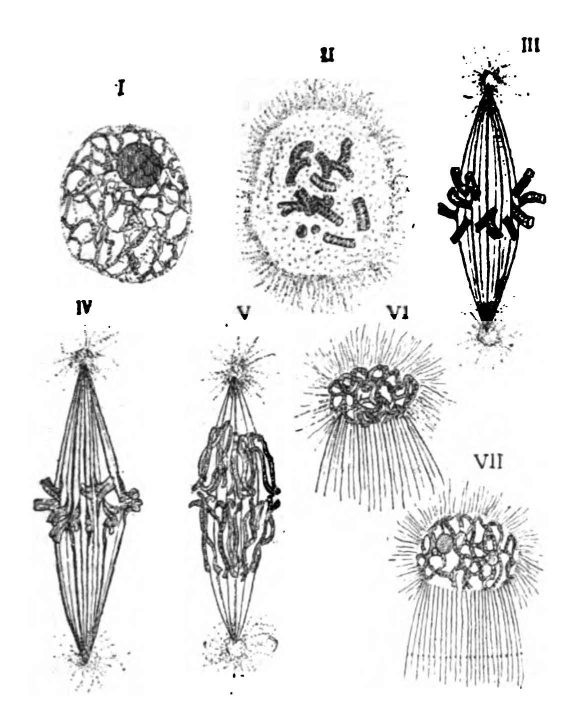



Fig. 21. — Phases de la division du noyau du sac embryonnaire du *Lilium candidum*, d'après Guignard.

Dans le sac embryonnaire du Lilium, le noyau très volumineux est enveloppé d'une fine membrane. Un *filament* composé d'une partie fondamentale réfractaire aux réactifs colorants (hyaloplasme) et parsemé de granulations chromatiques, y forme en se contournant en tous sens une sorte de réseau dans les replis duquel est caché un gros nucléole (fig. 21, I).

Les premières phases de la division sont marquées par une contraction du filament nucléaire qui s'épaissit en même temps que les grains chromatiques rangés en série linéaire y augmentent de volume; par suite de cette contraction, le filament se pelotonne sur lui-même (phase du peloton nucléaire). Puis, la contraction augmentant, il se sectionne en tronçons sensi-

blement égaux dont le nombre est ici de douze, et paraît constant (fig. 21, II). Dès ce moment les granulations chromatiques dans l'hyaloplasme des tronçons du filament se montrent groupées en deux séries parallèles, par suite du dédoublement des granulations primitives. La contraction continuant, les segments se raccourcissent et les granulations chromatiques se fusionnent et cessent d'être distinctes.

Dès le début des phénomènes susdits, des stries granuleuses radiaires étaient apparues dans le cytoplasme du sac embryonnaire ; ces stries, dans la période actuelle, augmentent, particulièrement aux deux extrémités du sac embryonnaire, et cette augmentation coïncide avec la disparition de la membrane du noyau. Après cette disparition, le suc nucléaire se mélange au cytoplasme environnant et le nucléole disparaît à son tour.

Alors on voit se dessiner dans l'espace nucléaire des fils achromatiques au nombre de douze (fig. 21, III) qui, en convergeant à leurs deux extrémités, forment un fuseau dont les pôles correspondent chacun à un point où sont accumulées les stries granuleuses du cytoplasme disposées de manière à former un aster (1).

Alors les segments chromatiques se groupent à l'équateur du fuseau nucléaire en rayonnant. Ils appuient chacun une de leurs extrémités internes sur un fil achromatique, et leur ensemble forme ce qu'on a appelé la *plaque nucléaire*.

Bientôt les deux pôles du fuseau agissant comme centres d'attraction, on voit les segments chromatiques se diviser longitudinalement en deux moitiés, par scission dans l'espace compris entre les deux rangées des granulations chomatiques en commençant par l'extrémité adhérente aux fils achromatiques (fig. 21, IV). Ces moitiés s'écartent peu à peu en glissant le long des fils ; finalement elles se séparent et gagnent chacune une des extrémités du fuseau. Ce phénomène de division longitudinale s'opérant sur tous les segments chromatiques, la plaque nucléaire se trouve divisée en deux *parties égales*, ce qui revient à dire que la substance chromatique du noyau mère est répartie également entre les deux noyaux filles en formation.

A mesure que les segments s'avancent vers leur centre d'attraction, ils s'allongent, et les granulations chromatiques y redeviennent peu à peu apparentes (fig. 21, V). Finalement tous ces segments allongés venant se grouper autour du pôle correspondant y forment une étoile à douze branches (étoile du noyau fille).

En même temps, entre les fils achromatiques du fuseau on voit apparaître des fils plus délicats (fils connectifs) qui s'étendent d'un pôle à l'autre (fig. 21, VI) et qui après avoir formé par épaississement de leur région équatoriale une plaque rudimentaire (fig. 21, VII), disparaissent en même

(1) Ces détails sont fort intéressants parce qu'ils montrent que le processus de division du noyau est identique chez les animaux et chez les végétaux. On sait en effet que dans les œufs des animaux l'existence d'un *amphiaster* (deux aster répondant aux deux pôles du noyau) est constante, lors des phénomènes de division.

temps que les fils achromatiques, lorsque les jeunes noyaux s'écartent pour gagner les extrémités du sac embryonnaire (1).

Nous avons laissé les noyaux filles à l'état d'une sorte d'étoile à douze branches. Peu à peu les segments chromatiques qui forment ces branches s'unissent pour constituer un filament unique qui se pelotonne. Puis les replis des pelotons s'étirent, les granulations chromatiques deviennent tout à fait distinctes et la membrane du jeune noyau apparaît ainsi que le nucléole. Il est à remarquer que pendant toute la période de formation du filament du noyau fille, le nombre des stries de l'aster a augmenté, ce qui laisse à penser que le cytoplasme qui forme ces stries concourt à la nutrition du noyau en formation.

### § 4. ÉTUDE DE LA NATURE CHIMIQUE DE LA MEMBRANE CELLULAIRE.

**Sujets d'étude.** — Les longues cellules du coton, ainsi que beaucoup de poils à parois peu épaisses, permettront d'obtenir des réactions caractéristiques. Les cellules des fruits pulpeux, celles de la moelle du sureau, enfin les cellules épidermiques de la partie inférieure des feuilles des Liliacées et Iridées, fourniront également d'excellents sujets d'étude; d'ailleurs les sujets varient, comme nous allons l'indiquer, suivant l'espèce de cellulose qu'on veut étudier.

**Réactifs; mode d'emploi.** — Si l'on a essayé les réactifs appropriés sur le protoplasma de cellules complètes, on a pu remarquer que ces réactifs n'agissent point ou agissent d'une tout autre manière sur la paroi cellulaire; c'est que la composition chimique de cette membrane diffère essentiellement de celle que nous avons attribuée au protoplasma.

La membrane cellulaire est formée en effet de *cellulose*, hydrate de carbone répondant à la formule générale $(C^{12}H^{10}O^{10})^n$. On distingue d'ailleurs plusieurs sortes de celluloses qui répondent à des états divers de condensation, et qui présentent des réactions nettement distinctes.

Le nom de *cellulose* proprement dite est réservé à la moins condensée d'entre toutes et se caractérise par les réactions suivantes :

1° Elle se colore en bleu par l'iode après l'action de l'acide sulfurique concentré ou du chlorure de zinc.

(1) Dans la figure 21, nous n'avons figuré en VI et VII que les moitiés supérieures du fuseau. Les granulations qui en VII occupent le milieu des fils connectifs représentent la plaque rudimentaire.

2° Elle fixe le bleu de quinoléine et le brun d'aniline.

3° Elle est dissoute par l'oxyde de cuivre ammoniacal (Schweiser).

L'action du *bacillus amylobacter* essayé sur cette cellulose montre qu'elle présente encore deux variétés, l'une attaquée et dissoute par le bacille, qui la décompose en acide butyrique, acide carbonique et hydrogène (Van Thieghem), l'autre inattaquée par le bacille : la première variété se trouve dans les cellules de l'amande des graines, des tubercules de pommes de terre, etc.; la seconde constitue la membrane des fibres scléreuses, des cellules laticifères, etc.

Une cellulose plus condensée répondant à la formule $(C^{12}H^{10}O^{10})^7$ a reçu le nom de *paracellulose* (1). Elle est réfractaire aux réactifs ci-dessus, ne se dissout pas dans la solution cupro-ammoniacale, n'est pas attaquée par le *bacillus amylobacter*, et ne se colore pas en bleu par l'acide sulfurique et l'iode ni par le chlorure de zinc iodé.

Enfin le nom de *métacellulose* ou *fongine* s'applique à la substance qui forme la membrane de la plupart des cellules des champignons ; c'est une forme encore plus condensée que la précédente et plus réfractaire encore aux réactifs. Tandis en effet que la paracellulose traitée préalablement par l'ébullition avec les acides étendus ou les alcalis devenait susceptible de se colorer en bleu par l'acide sulfurique et l'iode, il n'en est plus de même de la métacellulose, qui ne se colore que si elle a macéré longtemps, puis bouilli dans une solution de potasse.

Ceci posé, lorsqu'on veut essayer sur une membrane de cellule l'action simultanée de l'acide sulfurique et de l'iode et que cette action ne se montre pas nettement, on agit de la façon suivante :

On doit tout d'abord, traiter le tissu à examiner par une dissolution de carbonate de soude, dans laquelle on le fait bouillir pendant un temps variable avec la nature des éléments. S'il s'agit du coton, après avoir soumis une portion déterminée de cette matière à l'ébullition pendant un quart

(1) Fremy et Urbain, *Étude chimique sur le squelette des végétaux* (C. R. Ac. des Sc., décembre 1881).

d'heure dans la lessive susdite, ou bien encore après avoir plongé le coton pendant quelques secondes dans une solution concentrée de potasse, puis l'avoir lavé à l'eau distillée, on en prend une petite portion que l'on dessèche avec soin entre plusieurs feuilles de papier buvard. Puis on la place sur un porte-objet, et on dépose sur la préparation une ou deux gouttes de solution iodée. Après quelques minutes d'attente, alors que la masse est bien imprégnée, on la dessèche de nouveau avec grand soin, et on la traite par une ou deux gouttes de la liqueur sulfurique. Au bout d'un temps variable, et très rapidement si l'opération a été bien menée, les parois des cellules prennent une belle coloration bleue. Cette réaction paraîtra très inconstante, si on ne prend toutes les précautions que nous indiquons. Le réactif ne donne pas une coloration bleue permanente aux parois des cellules. Peu à peu en effet la cellulose reprend sa cohésion, et la membrane, passant d'abord au violet, perd bientôt toute coloration.

2° Nous avons vu qu'on emploie encore, pour caractériser la cellulose, le *chlorure de zinc iodé* (Voir page 43), qui lui fait prendre une belle teinte bleue. Ce réactif est d'un emploi peut-être plus sûr que le précédent, car il exige moins de précautions. On ne négligera pas toutefois, avant l'emploi du réactif, de faire agir la potasse sur le tissu à examiner. Si l'on opère sur le parenchyme d'une feuille, ou sur la moelle de sureau, il suffira de tremper ces tissus dans une solution concentrée de potasse. Le contact avec la potasse ne devra pas être prolongé au delà de quelques secondes, et on devra immédiatement laver la préparation dans l'eau avant de la traiter par le chlorure de zinc iodé. La potasse gonflant la cellulose la rend beaucoup plus sensible au réactif; aussi cette méthode nous a-t-elle donné d'excellents résultats. La coloration bleue est instantanée, aussi bien sur les tissus frais que sur la moelle de sureau sèche. Nous recommandons aux débutants pour cette étude la moelle de sureau qui, desséchée, ne présente guère plus qu'un amas de parois cellulosiques et se laisse aisément diviser en coupes très fines parfaitement propres à l'observation.

Les diverses réactions que nous venons d'énumérer peuvent être modifiées lorsque, par suite du développement, la paroi

cellulaire s'est notablement épaissie, et est devenue le siège de dépôts divers. Nous indiquons plus loin les moyens de reconnaître ces transformations; ajoutons que même lorsque les parois sont très épaissies et modifiées, ces modifications portant principalement sur les couches externes, on retrouvera presque toujours à la face interne de la membrane cellulaire une couche qui prendra la coloration bleue par les réactifs susdits. Toutefois, comme, dans ces circonstances, la réaction est très délicate à obtenir, on fera bien au préalable de vider les cellules, ou encore de contracter le protoplasma par l'alcool, par exemple, afin de bien mettre en évidence la face interne de la membrane enveloppante.

### § 5. SUC CELLULAIRE.

C'est un liquide aqueux tenant en suspension ou en dissolution des matières très diverses. Nous renvoyons l'étude de ses réactions au chapitre réservé à l'examen du contenu des cellules.

ART. 2.

## Étude de la génération des cellules.

On admet généralement quatre modes distincts de génération des cellules.

1° Lorsqu'il y a formation d'une seule cellule fille aux dépens du contenu protoplasmatique de la cellule mère, on dit qu'il y a *rajeunissement* ou *rénovation*. — Elle peut être *totale* ou *partielle* suivant que tout ou partie du protoplasma de la cellule mère est employé à la formation de la cellule fille.

2° Lorsque deux ou plusieurs cellules se confondent pour en former une nouvelle, il y a *fusion*.

3° Enfin dans les deux derniers modes, il y a *multiplication* proprement dite, et celle-ci peut se faire par *division* ou par *cloisonnement*.

La *division* peut être *totale* ou *partielle;* elle porte sur le protoplasma lui-même (1).

(1) Nous empruntons la plupart de ces détails au traité de botanique de M. Van Tieghem.

Le *cloisonnement* se distingue de la division en ce que le protoplasma ne se divise pas, mais est divisé par l'apparition de cloisons émanées de la paroi cellulaire.

## § 1. ÉTUDE DU MODE DE FORMATION PAR RAJEUNISSEMENT.

Le rajeunissement consiste dans la transformation de tout ou partie d'une cellule mère en cellule fille. Que le rajeunissement soit total ou partiel, il y a toujours contraction du contenu de la cellule mère, et souvent, dans le second cas surtout, dissolution préalable du noyau dans le corps cellulaire.

**Sujets d'étude.** — Le rajeunissement total s'observe lors de la formation d'un grand nombre de spores d'algues (*Œdogonium* (fig. 22), *Coleochæte*, *Vaucheria sessilis*, *geminata*, *hamata*, etc.), et des zoospores de la plupart des Saprolegniées (1). Le rajeunissement partiel pourra être particulièrement bien étudié lors de la formation des spermatozoïdes du *Marsilia*, de ceux des Fougères, des Prêles et des Equisétacées et lors de la formation des spores des Bactériacées (Van Thieghem).

**Mode opératoire.** — Prenons pour exemple la formation des zoospores du *Vaucheria sessilis*. Cette algue devra être observée particulièrement au printemps ; quelques filaments placés sous le microscope suffiront souvent à montrer les divers états par lesquels passe la zoospore dans sa formation. En effet, cette algue est formée d'une seule cellule assez allongée et remplie de protoplasma. Mais on trouvera des filaments dans lesquels le protoplasma se montrera complètement ramassé dans l'une des extrémités de l'algue, qui aura pris un certain développement et un aspect claviforme. Sur d'autres filaments où la formation cellulaire sera plus avancée on pourra observer que la masse protoplasmatique, qui d'abord était de couleur verte, s'est comme contractée, arrondie et en même temps a pris une teinte foncée. Enfin il ne sera pas rare

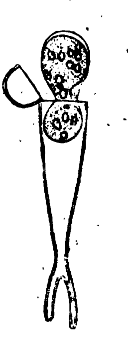


Fig. 22. — Formation par rajeunissement de la zoospore d'un Ædogonium (Pringsheim).

(1) Cornu, *Ann. des sc. nat. Bot.*, 5e série, t. XV, p. 38. *Anim.*, *spermatozoïdes des Cryptogames supérieures*, etc.

de rencontrer des filaments vides, et l'on observera à l'une des extrémités une déchirure par laquelle s'est échappée la zoospore. On pourra même facilement assister au passage de celle-ci à travers la déchirure de la paroi de la cellule mère. Dans tous les cas nous conseillons, pour ne pas écraser les préparations, d'interposer entre le couvre-objet et le porte-objet de petites bandes de papier qui éviteront que le verre couvreur ne comprime les filaments délicats de l'algue. Sans cette précaution, on risque d'écraser les jeunes zoospores. Celles-ci ont la forme de corps ovoïdes d'un brun noirâtre limités par une couche transparente couverte de cils vibratiles.

C'est là un exemple typique de la formation d'une nouvelle cellule à l'aide du contenu tout entier de la cellule mère.

### § 2. MODE DE FORMATION PAR FUSION.

Plusieurs cas peuvent se présenter.

Lorsque deux ou plusieurs cellules semblables, venant à se toucher, résorbent leur paroi au point de contact et mêlent leurs corps cellulaires pour n'en plus former qu'un seul, il y a fusion par *anastomose*. Dans ce procédé il n'y a pas contraction, de sorte que le volume de l'ensemble obtenu (*symplaste*) égale la somme des volumes fusionnés.

Dans un second mode dit de fusion par *conjugation* il y a contraction, et la nouvelle cellule formée est plus petite que la somme des deux corps cellulaires dont elle provient. Les corps cellulaires qui se conjuguent sont dépourvus de membrane. Lorsqu'il n'y a pas de différence sensible entre les deux corps cellulaires, on dit qu'il y a *conjugaison égale*. Elle est dite *différenciée* lorsque des caractères nets distinguent les corps protoplasmatiques qui se conjuguent. Dans ce cas il y a sexualité, le plus petit corps étant considéré comme mâle, le plus gros comme femelle.

**Sujets d'étude.** — On trouve des exemples de la fusion par *anastomose* dans la formation du plasmode des myxomycètes ainsi que dans le thalle de nombreux champignons ascomycètes et basidiomycètes.

La *conjugaison égale* s'observe dans la formation de l'œuf des *Spirogyra* et de certaines algues filamenteuses (*Ulothrix*, *Monostroma*, etc.).

Enfin il y a *conjugaison différenciée* lors de la formation de l'œuf d'un grand nombre d'algues brunes (*Dictyota zanardinia*, *Fucacées*, etc.) ou vertes (*Œdogonium*, *Vaucheria*, etc.).

**Mode opératoire.** — Il consiste, comme toujours, à examiner à l'époque voulue, et en prenant les précautions que nous avons indiquées plus haut, les algues ou autres objets que l'on se propose d'étudier. Les phénomènes de fusion demandant parfois un temps assez long pour parcourir leurs diverses phases, l'observateur ne devra pas négliger de maintenir une quantité d'eau suffisante sous la lamelle.

### § 3. MODE DE MULTIPLICATION PAR DIVISION.

La division peut être *totale* ou *partielle;* elle est précédée ou non de rajeunissement; elle consiste soit en un étranglement annulaire du protoplasma qui se prononce de plus en plus et partage définitivement le corps cellulaire en deux, soit en une condensation du protoplasma autour de noyaux provenant de la multiplication du noyau de la cellule mère. Une fois la division opérée, les nouvelles cellules se recouvrent d'une membrane de cellulose.

**Sujets d'étude.** — La division *totale* s'observe dans la formation des zoospores d'un certain nombre d'algues vertes. Elle est précédée de rajeunissement chez *Chætomorpha*, *Microspora*, *Ulva*, etc. Elle n'est pas précédée de rajeunissement chez *Cladophora*, *Ulothrix*, *Bryopsis*, etc.

La division *partielle* est le mode de formation des spores chez les champignons ascomycètes, et de l'oosphère avec ses deux synergides, ainsi que des trois antipodes chez les Dicotylédones angiospermes.

**Mode opératoire.** — Pour arriver à faire ces délicates observations, il est bon d'employer certaines méthodes spéciales. Les préparations d'objets frais se prêtent mal à ces recherches, la fécule qui abonde dans les organes jeunes étant souvent un obstacle à des investigations approfondies; Strasbürger conseille de se servir de pièces durcies par un séjour prolongé dans l'alcool absolu. Les corpuscules des Conifères ou le sac embryonnaire des Phanérogames citées plus haut se laissent alors facilement enlever avec l'aiguille, manier à volonté et surtout diviser en coupes fines très propres à des recherches

détaillées. De nombreuses particularités du protoplasma deviennent également plus apparentes qu'à l'état frais, en même temps que la structure des diverses formations à l'étude se conserve parfaitement sans altération. Non seulement l'alcool rend plus claires les préparations, mais son usage permet encore de suivre pas à pas les divers phénomènes qui président à la formation des cellules. Ce réactif en effet fixe pour ainsi dire les éléments dans l'état où ils étaient au moment où son action a été utilisée, et l'on peut obtenir ainsi des séries de préparations montrant toutes les phases par lesquelles passent les cellules avant d'arriver à leur individualisation. On devra donc, alors qu'on s'occupe de réunir les éléments propres à ces investigations, placer dans l'alcool des sujets à divers degrés de développement en notant avec soin ces divers degrés.

Bien que les résultats donnés par l'emploi de l'alcool soient plus précis et plus nombreux que ceux que l'on peut obtenir sur des sujets frais, on ne devra cependant pas négliger de faire le contrôle au moyen de pièces fraîches. Dans ce cas, comme l'eau et les autres véhicules le plus généralement employés pour les observations microscopiques ne manqueraient pas d'altérer les formations si délicates qui font le sujet de ces études, on devra employer un liquide approprié, soit le suc cellulaire du sac embryonnaire lui-même, quand cela sera possible, soit encore l'albumine d'œuf de poule.

On doit pour ces recherches user d'assez forts grossissements (700 à 800 diamètres).

*Division des cellules.* — Ceci étant posé, voici comment se passe la division partielle qui donne naissance aux spores chez un ascomycète, par exemple.

Le noyau de la cellule mère (asque) subit une série de bipartitions suivant le procédé que nous avons indiqué (page 58), de telle sorte qu'il existe bientôt huit noyaux.

Le protoplasma qui avoisine chaque noyau se condense autour de ce dernier, s'isole du protoplasma général et s'enveloppe d'une membrane (Van Tieghem). Il reste une portion plus ou moins grande du corps cellulaire de l'asque qui n'a pas participé à la formation des spores.

§ 4. MODE DE MULTIPLICATION PAR CLOISONNEMENT.

Ce mode se caractérise par l'apparition de cloisons qui divisent le protoplasma de la cellule-mère. Il y a *bipartition* lorsqu'une seule cloison se forme et divise ainsi la cellule mère en deux cellules filles, et *cloisonnement multiple* lorsque plus de deux cellules filles sont formées. L'apparition des cloisons séparatrices suit ordinairement d'assez près la bipartition du noyau, mais elle peut survenir un temps assez long après cette bipartition ou même précéder celle-ci.

**Sujets d'étude.** — La *bipartition* est le mode le plus fréquent de division, car c'est lui qui préside en grande partie à la formation des tissus des végétaux.

On conçoit d'après cela que les sujets d'étude soient nombreux. Nous n'en signalerons qu'un petit nombre, en ayant soin de les choisir parmi ceux qui donnent les résultats les plus nets. La moelle des dicotylédones (*Sambucus*, *Helianthus*, *Lysimachia*, *Polygonum*, *Silene*) offre, d'après M. Hanstein, des exemples de bipartition cellulaire. On pourra suivre également cette division binaire dans la formation des poils d'un certain nombre de végétaux, ceux des étamines du *Tradescantia virginica* ou de l'*Ochrea* des *Rumex* sont particulièrement propres à ces observations, et si l'on a soin de les prendre assez jeunes, on peut trouver sur un seul d'entre eux toutes les phases principales de la division; les formations des stomates de l'*Iris pumila* et de l'*Hyacinthus orientalis* seront d'excellents sujets d'étude et qu'il est facile de se procurer. C'est également par bipartition deux fois répétée que se forment les grains de pollen de la plupart des plantes.

Enfin on suivra peut-être plus facilement encore cette division binaire des cellules chez les algues filiformes à longues cellules. C'est le *Cladophora*, qui servit à M. Mohl alors qu'il décrivit pour la première fois, en 1835, ce mode de formation des cellules. Les *Spirogyra longata*, *orthospira*, *setiformis*, les *Zygnema*, *Ædogonium*, *Ulothrix zonata*, comptent également parmi les sujets préférés des savants qui ont contribué à la connaissance de ces phénomènes.

Quant au cloisonnement *multiple*, on l'observe particulièrement lors de la formation de l'albumen chez un grand nombre de dicotylédonées.

1° **Bipartition.** — **Mode opératoire.** — Les divers exemples que nous venons de citer ne sont pas tous également propres aux premières recherches. Dans beaucoup d'algues (*Zygnema*, *Spirogyra quinina*, etc.), le contenu des cellules, amidon, corps chlorophylliens, est tellement abondant qu'il empêche de bien

suivre les diverses phases de la division. Nous conseillerons, sous ce rapport, le *Spirogyra orthospira*, qui se laisse facilement observer au microscope.

Il faut encore tenir compte, chez les algues, de l'époque à laquelle se fait la division. Ainsi, les *Cladophora* offrent le double avantage d'être des algues très communes, et de présenter à toute heure du jour des phases de la bipartition. Le *Spirogyra orthospira*, au contraire, ne se divise qu'à une heure avancée de la nuit, entre dix heures du soir et deux heures du matin. Ce serait là un inconvénient, mais nous indiquons plus loin un moyen très simple imaginé par M. Strasbürger pour retarder la division jusqu'au matin. Enfin, lorsqu'on commence ces études, il est bon de prendre un exemple qui offre à l'examen toutes les phases du phénomène ; il faut pour cela choisir plutôt parmi les cas offerts par les dicotylédonées; on y voit alors le protoplasma subir, avant l'apparition de la cloison, certaines modifications qui ne se montrent pas chez les algues et les champignons.

Nous prendrons donc comme premier exemple le développement des stomates de l'*Iris pumila* (Strasbürger, *loc. cit.*) chez lesquels la formation de la cloison suit de près la division du noyau.

*Développement des stomates de l'Iris pumila.* Si l'on observe des préparations de pièces conservées dans l'alcool absolu, on pourra trouver sur une seule d'entre elles tous les états principaux parmi lesquels passent les cellules en division, et contrôler ainsi ce que montrent moins clairement d'ailleurs les cellules fraîches observées dans l'eau ou dans l'albumine. La cellule mère des cellules de bordure renferme d'abord un grand noyau avec un gros nucléole ou plusieurs plus petits. Ce noyau grossit en devenant homogène (fig. 23, A). Puis on voit s'opérer successivement les diverses phases de la division du noyau que nous avons décrites page 58.

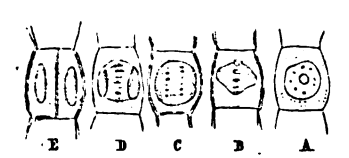


Fig. 23. — Formation par division des stomates de l'*Iris pumila* (Strasbürger).

Lorsque les deux noyaux sont formés, on voit apparaître entre

les fines stries protoplasmatiques qui les relient des traînées granuleuses (fils connectifs) qui forment avec les stries une figure en forme de tonneau. Dans ces traînées et ces stries, et vers le milieu de leur longueur, apparaissent des épaississements en forme de bâtonnets qui par leur assemblage à l'équateur constituent une nouvelle plaque (*plaque cellulaire*, Strasbürger) (fig. 23, D). A partir de ce moment, la division de la cellule mère est opérée, à condition toutefois, comme il arrive fréquemment, que les fils granuleux qui relient les deux noyaux et au milieu desquels s'est formée la plaque cellulaire atteignent par leur partie équatoriale la paroi de la cellule mère. De la sorte, en effet, la plaque cellulaire arrivera également jusqu'à la paroi et divisera ainsi en deux la cellule (fig. 23, E). Si ces fils n'arrivent pas jusqu'à la paroi, la plaque se complétera par une couche correspondante dans le protoplasma de la cellule, et la division sera bientôt opérée.

L'exemple de l'*Iris pumila* que nous avons choisi se recommande, nous l'avons dit plus haut, par ce fait que le noyau primaire remplit presque à lui seul la cavité de la cellule mère. Dès lors les phénomènes de la division sont des plus simples. Lorsque le protoplasma ne remplit pas toute la cavité cellulaire, la formation de la cloison peut être *centrifuge* ou *centripète*, suivant que le protoplasma occupe le centre de la cellule ou la périphérie.

*Formation d'une cloison centripète.* — Nous prendrons pour exemple le *Spirogyra orthospira*.

La division du *Spirogyra orthospira* commence à une heure assez avancée de la nuit, circonstance désavantageuse si l'on songe que la durée du phénomène varie entre quatre et six heures. Pour obvier à cet inconvénient, divers procédés ont été mis en usage. Famintzin est arrivé à retarder le moment de la division jusqu'au jour, en éclairant fortement pendant toute la nuit les algues en expérience. Mais, pour réussir, il faut avoir à sa disposition des sources de lumière assez intenses que l'on ne peut toujours se procurer : aussi recommandons-nous le moyen très simple indiqué par M. Strasbürger. Il suffit de placer les bocaux qui renferment les algues dans un milieu dont la température soit inférieure à + 5°. La division

alors ne s'opère pas. (Il en est ainsi du moins pour le *Spirogyra orthospira.*) Le lendemain matin, si l'on porte ces bocaux dans une chambre chauffée, la division commence même sous la lumière directe du soleil. Sur ces algues vivantes, et en disposant l'opération comme il vient d'être dit, on pourra, à l'aide d'un fort grossissement (600 fois environ), constater successivement les changements de forme du noyau de la cellule mère avant la division, son augmentation de volume, puis la formation de stries granuleuses, enfin l'apparition de la plaque nucléaire à l'équateur du noyau. On pourra suivre la division de cette plaque en deux segments, puis l'écartement de ceux-ci qui s'opère si rapidement qu'on peut observer leur mouvement vers les pôles du noyau. Entre temps la division de la cellule commence par suite de l'apparition d'une plaque sombre dans le protoplasma périphérique (fig. 24 A et B). Cette division de la cellule se continuera ainsi jusqu'au centre en même temps que les jeunes noyaux formés aux dépens de la plaque nucléolaire se différencieront davantage; et si une plaque granuleuse vient à se former dans le noyau primitif, résultant du retrait vers le centre de la cellule des granules qui constituaient les fils connectifs, cette plaque sera rudimentaire et dans tous les cas ne participera pas directement à la formation de la cloison protoplasmatique qui doit finalement diviser en deux la cellule mère.

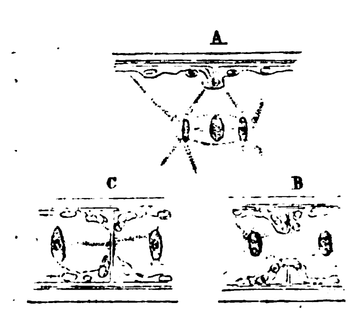



**Fig. 24.** — Formation de la cloison cellulaire dans la division des cellules du *Spirogyra orthospira* (Strasbürger).

Cette étude démontre bien l'indépendance absolue qui existe entre la division du noyau et celle du protoplasma. De plus elle montre (fait assez général chez les algues et les champignons) que la formation de la cloison n'est pas toujours précédée d'une modification apparente dans le protoplasma. On n'y voit pas en effet, comme dans le cas des stomates de l'*Iris pumila*, se former des traînées granuleuses.

**2° Étude du cloisonnement multiple.** — Si l'on étudie le développement de l'albumen d'un grand nombre de plantes, on voit le noyau du sac embryonnaire subir d'abord un grand nombre de divisions successives qui donnent lieu à de multiples noyaux répartis dans la couche protoplasmatique qui tapisse le sac embryonnaire. Quand tous ces noyaux sont formés, on voit apparaître entre les plus voisins des traînées granuleuses par groupes affectant la forme de tonneaux.

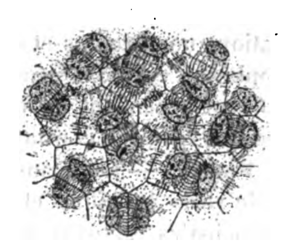


Fig. 25. — Formation par cloisonnement multiple de l'albumen du *Caltha palustris*.

Puis à l'équateur de chacun de ces tonneaux apparait la plaque granuleuse qui précède le dépôt de cellulose, c'est-à-dire la formation de la paroi. Il peut arriver que les tonneaux ne se forment pas entre tous les noyaux ; il en résulte que chaque cloison englobe une masse de protoplasma renfermant plusieurs noyaux. Ce cas s'observe chez *Pulmonaria officinalis*, *Galanthus nivalis*, etc.

Pour de plus amples renseignements sur la multiplication des cellules, nous renvoyons aux ouvrages spéciaux (1).

### Art. 3.

## Étude de la cellule vivante.

La cellule, après avoir pris naissance par l'un des procédés dont il vient d'être question, constitue un être vivant, doué de propriétés, qui se nourrit et s'accroît jusqu'à atteindre un certain développement. Ce sont ces phénomènes de l'évolution cellulaire qu'il nous reste à étudier. Le protoplasma étant, comme nous l'avons dit, la partie essentielle de la cellule, c'est tout d'abord en lui que nous devons rechercher les manifestations de la vie de l'élément.

(1) Schacht (*Bot. Zeitung*, 1849 et 1850). Pringsheim, *Pflanzenzelle*, 1854. Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867. Sachs, *Traité de Botanique*, 1874. Strasbürger, *Zellbildung und Zelltheilung*, 3e édit., 1880. Van Tieghem, *Traité de botanique*. Guignard, *loc. cit.*

## § 1. PROTOPLASMA.

**Propriétés physiques.** — Le protoplasma est une substance incolore, de consistance plus ou moins gélatineuse, se présentant généralement comme une masse parsemée de granulations nombreuses et de grosseur variable. Rarement le protoplasma est homogène. Les cotylédons de l'*Helianthus* en offrent cependant un exemple (Sachs). Toute cellule vivante pourra servir à constater ces propriétés.

**Forme.** — La forme du protoplasma n'est point définie. Elle varie à l'infini, et cela sous diverses influences dont les principales reposent dans les conditions mêmes de son existence :

1° Limité par une paroi, on le verra, si la cellule est jeune, remplir complètement la cavité de cette cellule. Il tend d'ailleurs à la forme sphérique ou ovoïde; c'est en effet la forme ordinaire des jeunes cellules et, lorsqu'une partie de sa masse se condense pour former un noyau, celui-ci prend la forme d'une masse homogène ou granuleuse, tantôt régulièrement arrondie, tantôt plus ou moins ovoïde; mais bientôt le suc cellulaire venant à se produire dans la cellule détermine au milieu de la masse protoplasmatique de petites cavités, ou *vacuoles* (Voir fig. 20, C, page 52); le protoplasma est alors rejeté contre la paroi cellulaire, où il forme une couche continue appelée *utricule azotée;* des tractus protoplasmatiques traversent seuls alors la cavité cellulaire, rattachant ainsi le noyau à la paroi protoplasmatique.

*Utricule protoplasmatique ou azotée.* — Cette nouvelle distribution du protoplasma dans la cellule constitue une modification dans la forme, amenée par les progrès du développement. Aussi ne s'étonnera-t-on pas de la retrouver dans toutes les cellules dont l'accroissement est assez avancé. Si la cavité de la cellule est très grande, le revêtement interne formé par le protoplasma contre la paroi cellulaire pourra être difficile à apercevoir, mais il sera facile de le mettre en évidence, car il existe toujours tant que les cellules sont vivantes. Il suffit, pour le faire apparaître, d'employer une goutte d'un acide

faible, ou d'une liqueur alcaline, ou encore une solution de sucre ou de glycérine. Sous l'influence de ces réactifs, le protoplasma perd de son eau, se contracte et, se détachant de la paroi cellulaire, apparaît comme une fine membrane.

Pour observer l'utricule azotée et les tractus protoplasmatiques, on prendra de préférence des cellules dépourvues de chlorophylle. L'épiderme ou même le parenchyme de la partie inférieure des feuilles des Liliacées ou des Iridées seront très convenables pour cette étude. On sépare l'épiderme par petites plaques que l'on soulève en un point au moyen d'une aiguille dirigée parallèlement au plan de la feuille, puis avec une pince on enlève par une traction modérée un lambeau de cet épiderme qu'il suffit de placer sous le microscope dans l'eau ou dans l'albumine d'œuf. Pour le parenchyme on devra faire sur la feuille quelques coupes minces. Sur les feuilles de l'*Iris germanica* par exemple, on voit très bien dans les cellules allongées ou un peu polyédriques du parenchyme, ou encore dans les cellules tabulaires de l'épiderme, l'utricule azotée granuleuse tapissant la face interne de la paroi de cellulose. De forts noyaux arrondis ou allongés présentant un ou deux gros nucléoles brillants et de nombreuses granulations se tiennent tantôt au milieu, tantôt contre la paroi de la cellule. Un grand nombre de tractus protoplasmatiques partent d'une couche plus ou moins mince de protoplasma qui entoure ces noyaux et vont en divergeant atteindre le protoplasma périphérique.

2° Le protoplasma libre affecte souvent aussi la forme de masses rondes ou ovoïdes. Il suffit pour s'en convaincre d'observer quelques algues telles que les *Vaucheria*, *Spirogyra*, ou *Œdogonium*. On verra que les *zoospores* qui en naissent et qui ne sont formées que d'une masse protoplasmatique tout d'abord dépourvue de membrane d'enveloppe affectent une forme ovoïde presque constante. Il en est de même des spores qui naissent dans les thèques d'un grand nombre de champignons. On reconnaît en outre, dans ces divers exemples, qu'à sa périphérie le protoplasma se différencie en une couche plus ou moins épaisse, hyaline, homogène, l'*hyaloplasme*. D'autres champignons tels que les Mixomycètes, qui sont formés d'une

masse de protoplasma libre et dépourvu d'enveloppe, nous montrent que cette substance peut dans certaines conditions modifier sa forme ; ces modifications se rattachent d'ailleurs à une propriété du protoplasma qui est la *contractilité*.

**Contractilité.** — La rétractilité et l'extensibilité sont les deux conditions d'existence de la contractilité. Les champignons mixomycètes offrent d'excellents sujets d'observations. Parmi ceux-ci, il est facile de se procurer la fleur du tan (*Œthalium septicum*). Ce champignon, à une certaine époque de son existence, consiste en une masse protoplasmatique, nue, jaunâtre ou brune, que l'on peut conserver en parfait état et dont on peut observer le développement en ayant soin de placer le tan humide sur lequel il vit, dans un vase plat que l'on recouvre d'une cloche pour éviter l'évaporation de l'eau. On voit alors ces masses protoplasmatiques se déplacer et parcourir assez rapidement des distances relativement grandes; il n'est besoin pour cela d'aucun appareil grossissant. Toutefois, si l'on veut étudier plus à fond le phénomène, il suffira de placer sur le tan quelques porte-objet; bientôt l'une de ces plasmodies venant à se placer sur l'une des lames de verre, il suffira de la porter sous le microscope, et à l'aide d'un faible objectif on verra la masse protoplasmatique progresser par des mouvements connus du nom de *mouvements amiboïdes*. Ces mouvements consistent en une extension des parties homogènes de la plasmodie en forme de bras qui, venant à se toucher, puis à se confondre, déterminent de la sorte un véritable déplacement de toute la masse. En même temps de plus petits brasse forment de place en place, qui se rétractent ensuite et qui semblent aider par leurs mouvements à la reptation de la plasmodie. C'est là un excellent exemple de contractilité. — Lorsque nous avons parlé plus haut (Voir p. 74) de la formation de l'utricule azotée, nous avons dit qu'une portion du protoplasma reste à l'état de tractus tendus entre le noyau et le protoplasma pariétal; ces tractus qui s'étendent parfois sur de grandes longueurs (cellules épidermiques allongées des feuilles de Monocotylédonées) n'existeraient pas si le protoplasma ne jouissait d'une extensibilité manifeste. D'autre part, les phénomènes d'agrégation du pro-

toplasma dans les poils glanduleux des Drosera (Voir Darwin, *Plantes insectivores*) et dans les cellules de beaucoup de tissus fournissent de nombreux sujets d'étude pour l'observation de la contractilité du protoplasma. Il en est de même de la contraction du protoplasma dans la formation de cellules par rajeunissement, ainsi que de la contraction qui donne naissance au noyau des cellules.

**Examen des mouvements du protoplasma.** — Le protoplasma vivant se meut; ces mouvements partiels ou de totalité ont reçu les noms de *circulation* et de *rotation*.

1° *Circulation.* — Lorsqu'on examine au microscope l'*Œthalium septicum*, on constate dans la masse de la plasmodie la production de courants dirigés dans des directions variées. Une substance fluide, granuleuse, ressortant sur le reste de la masse par une coloration plus pâle, se meut dans un sens déterminé; c'est comme le cours d'un ruisseau rapide; si la plasmodie, ce qui est fréquent, a absorbé quelque débris un peu volumineux des substances sur lesquelles elle rampait, on peut voir ce débris entraîné par le courant; c'est là ce qu'on appelle la *circulation* du protoplasma. On peut encore observer ce phénomène dans les cellules en pleine activité vitale; les courants parcourent alors non seulement l'utricule azotée, mais encore les tractus protoplasmatiques, tantôt se rendant du noyau à la paroi, tantôt de la paroi au noyau.

2° *Rotation.* — D'autres mouvements, désignés sous le nom de rotation du protoplasma, consistent en des déplacements circulaires des masses protoplasmatiques entières que renferment les cellules. Pour observer la rotation, on aura recours avec avantage à la *Valisneria spiralis.* Pour cela, on fait une coupe pas trop mince dans la feuille de cette plante, et on l'observe en ayant soin de maintenir toujours sous le couvre-objet une assez grande quantité d'eau. Pour bien suivre les mouvements, on devra fixer de l'œil une granulation plus grosse ou remarquable par sa réfringence ou sa forme : on se rendra compte ainsi aisément du déplacement. Les exemples de ce phénomène sont d'ailleurs très nombreux. En règle générale pour l'observer dans les organes peu compliqués (poils, Cha-

racées), il suffit de placer ceux-ci directement dans l'eau. Pour les herbes, on fera une section longitudinale que l'on placera également dans l'eau ordinaire. Enfin, pour l'observation dans les éléments cellulaires des arbustes et des arbres, il sera nécessaire de placer les sections longitudinales de la tige dans de l'eau gommée d'autant plus concentrée que la tige est plus ferme; grâce à cet artifice, M. Velten a pu manifester la rotation du protoplasma dans les cellules grillagées et dans les cellules de la région cambiale d'un grand nombre de végétaux. On devra, dans toutes ces observations, tenir compte de la température à laquelle on opère. Au-dessous de 10 degrés les mouvements se ralentissent à mesure que la température descend. Ils s'accélèrent entre 10 et 32 degrés; ils se ralentissent au delà pour cesser entre 45 et 48 degrés (Robin, *Anat. et phys. cellulaires*, p. 537).

**Sujets d'étude.** — Outre le *Valisneria spiralis*, nous recommandons spécialement les Characées qui montrent avec une grande évidence la rotation du protoplasma. On choisira les *Nitella* de préférence aux *Chara*. Ces derniers, en effet, sont revêtus d'une écorce qui rend l'observation plus difficile. Les poils des racines d'*Hydrocharis morsus*, ainsi que ceux des étamines du *Tradescantia* ou encore les poils étoilés du calice des fleurs d'*Althæa rosea* non encore épanouies sont également d'excellents sujets d'observation, à condition toutefois que ces poils soient pris sur des individus en pleine végétation. M. Velten a observé la rotation dans les tiges des *Sida, Heracleum, Astragalus, Pavia, Artemisia*, etc., dans les cellules grillagées de l'*Œsculus hippocastanum*, dans les cellules de la région cambiale des *Fraxinus excelsior, Sophora Japonica, Pavia neglecta*, etc. (1).

**Mouvements vibratiles et de locomotion. — Mouvement brownien.** — On doit rapprocher des mouvements précédents certains mouvements que l'on rencontre particulièrement chez les Algues.

Les spores motiles et les anthérozoïdes d'un grand nombre de ces végétaux (*Vaucheria, Œdogonium*) présentent sur leur surface de nombreux petits filaments animés de mouvements rapides qui les font progresser. Ces filaments hyalins ou *cils*

(1) Velten, *Ueber die Verbreitung der Protoplasmabewegungen im Pflanzenreiche, Botanische Zeitung*, 6 septembre 1872, p. 615.

*vibratiles* sont répartis de façons très diverses. On les verra rapprochés et recouvrant toute la surface des zoospores chez les *Vaucheria sessilis* et *sericea*. Chez les *Œdogonium* les cils forment une petite couronne à l'extrémité antérieure hyaline de la zoospore. Ailleurs il n'y a que deux cils dirigés souvent en sens contraire ; c'est le cas le plus fréquent dans les anthérozoïdes.

D'autres mouvements curieux et faciles à observer sont ceux que présentent un grand nombre de conferves. Les *Oscillaires* par exemple, algues d'un vert bleuâtre, rectilignes, offrent des mouvements très curieux d'oscillation qui se répètent à intervalles presque réguliers. Les filaments des *Nostoc* s'échappent de leur gangue par des mouvements comparables à ces derniers. Les Bactéries enfin présentent des mouvements oscillatoires, avec inflexions légères, et accompagnés de progression plus ou moins rapide.

Enfin on a donné le nom de *mouvement brownien* à une sorte d'oscillation sur place que présentent toutes les granulations ayant moins de 5 à 6 millièmes de millimètre d'épaisseur. Ce mouvement se manifeste à la condition que le liquide dans lequel se trouvent les granulations ne soit pas trop visqueux. Il n'a aucune analogie avec les mouvements amiboïdes, ciliaires et autres dont il vient d'être question, et on le distingue du mouvement oscillatoire que possèdent les Bactéries et les Vibrioniens en général, à ce que l'ammoniaque fait cesser ce dernier, tandis que le même réactif n'a aucune action sur le mouvement brownien.

ART. 4.

## Étude des produits d'élaboration du protoplasma.

Sous ce titre nous étudierons successivement la cellulose et la paroi des cellules, les leucytes, la chlorophylle et d'une manière générale le contenu des cellules.

### § I. EXAMEN DE LA PAROI DES CELLULES.

Alors que les cellules sont encore très jeunes, elles ne pos-

sèdent point en général de paroi de cellulose, et les réactifs ne peuvent en déceler l'existence; le plus souvent en effet la cellulose n'apparaît qu'après la naissance de la cellule sous forme d'une couche mince, hyaline; cependant dans quelques cas de division des cellules on peut voir apparaître la cellulose pendant la segmentation même du protoplasma de la cellule mère. C'est ce que l'on pourra observer par exemple dans le cas de la division des cellules de Spirogyra (Voir p. 72). Ici la plaque granuleuse cellulaire apparaît successivement sous forme d'anneaux concentriques qui s'emboîtent les uns dans les autres et forment bientôt une cloison complète. Or si l'on emploie les réactifs appropriés, on verra que ces anneaux se clivent pour ainsi dire, donnant ainsi lieu à un espace dans lequel se dépose la cellulose sécrétée par le protoplasma. Celle-ci se forme donc successivement, et finalement elle constitue une membrane simple, complète, qui s'unit par son bord à la couche interne d'épaississement de la paroi de la cellule mère (Strasbürger, *loc. cit.*). Quelle que soit d'ailleurs l'époque à laquelle apparaît la paroi cellulosique, celle-ci n'est d'abord que très peu apparente. Nous avons indiqué ailleurs les procédés que l'on devra employer pour s'assurer de son existence. Mais la paroi cellulaire ne conserve généralement pas cet état. Le protoplasma vivant continue de sécréter de la cellulose et dès lors la paroi s'accroît graduellement, non pas comme on l'a cru longtemps par suite de la superposition de nouvelles couches de cellulose, mais par suite d'une véritable intussusception ou nutrition intime aux dépens des éléments élaborés par le protoplasma. Dans le cours de ce développement, deux phénomènes se produisent : d'une part, un *accroissement en surface* de la paroi cellulaire, accroissement qui détermine la forme générale de l'élément; d'autre part, un *accroissement en épaisseur*, qui amène dans la structure propre de la membrane cellulosique des modifications plus ou moins profondes et variées. A l'étude de l'accroissement de la paroi cellulaire se rattachent donc l'étude de la forme des cellules et celle de la structure de leur paroi.

EXAMEN DE LA FORME DES CELLULES.

La forme typique de la cellule est la forme arrondie ou ovoïde, c'est la forme des jeunes cellules; dans ce cas l'influence prépondérante revient au noyau qui joue le rôle d'un centre d'attraction vers lequel se groupent les molécules protoplas matiques. Mais si plus tard le noyau pour une raison quelconque devient plus ou moins indépendant du protoplasma, la forme que revêtira la cellule sera soumise à d'autres influences. On a souvent invoqué le contact des cellules groupées en tissu. Il est certain que dans de telles conditions, les cellules se gênant réciproquement, le développement en étendue de leur paroi se fait d'une manière plus ou moins irrégulière. Toutefois cette influence n'est pas absolument prépondérante. Il suffit pour s'en convaincre de remarquer que le plus souvent, dans un organe déterminé, les cellules qui le composent affectent toujours la même forme générale, et que côte à côte on voit des cellules de formes tout à fait différentes. Nous ne saurions indiquer de meilleur exemple de ce fait, que l'observation si facile à faire du mésophylle hétérogène de la plupart des feuilles. Les influences qui agissent sur la forme des cellules sont donc variées. Pour faciliter l'étude des principaux types de cellules, on peut les classer en deux groupes distincts, savoir: les *cellules courtes* et les *cellules longues*. Les cellules courtes pourront, en outre, être subdivisées en cellules à contours géométriques et cellules à contours non géométriques.

**Mode opératoire.** — L'observation de ces divers types n'exige aucune préparation spéciale. Si l'on a affaire à des cellules vivant séparées et indépendantes, il suffira de les placer sur le porte-objet dans un véhicule approprié, eau, glycérine. Si les cellules à examiner sont réunies en tissu, on fera des coupes fines sur ce tissu et on montera ces coupes comme il a été dit plus haut. Toutefois on n'oubliera pas en règle générale que, pour prendre une connaissance exacte de la forme des cellules réunies en tissu, il ne suffit pas de faire une coupe dans un seul sens; on n'arriverait ainsi qu'à déterminer très imparfaitement la forme de l'élément. On doit

multiplier les coupes dans les directions diverses et toujours avoir soin, lorsqu'on fait une coupe dans un organe, de prendre un point de repère. Dans une tige par exemple on prendra comme point de repère l'axe de cette tige ; dès lors si l'on veut étudier la forme des cellules du parenchyme médullaire, par exemple, on fera une première coupe perpendiculairement à l'axe, puis une seconde coupe parallèlement à cet axe. On se rendra compte ainsi : 1° de la forme de la cellule ; si elle est courte, elle présentera un diamètre à peu près de même dimension dans les deux sens ; si elle est allongée, l'un des diamètres l'emportera sur l'autre ; 2° du sens dans lequel est placée la cellule, par rapport à l'axe de la tige.

**Sujets d'étude.** — Il va nous suffire d'indiquer pour chaque forme de cellules quelques exemples, qui, bien mieux qu'aucune description, permettent à l'observateur de prendre rapidement connaissance des modifications qu'entraîne le développement de la paroi dans la forme générale de la cellule.

## A. CELLULES COURTES.

### *a.* A forme géométrique.

1° *Cellules arrondies ou globuleuses.* — *Cellules ovoïdes.* — Ces formes s'observent presque constamment dans les cellules libres et non organisées en tissus, à condition toutefois qu'au moment où elles se sont formées, elles n'aient pas pris naissance réunies en grand nombre dans un étroit espace, car alors elles deviennent plus ou moins irrégulières ; c'est ce que montrent les spores des *Lycopodium* et celles de beaucoup de *Fougères* dans lesquelles on trouve trois ou quatre faces planes tandis que le reste de la surface qui n'était point gêné dans son développement est sphérique.

Les spores d'un grand nombre d'algues, spores motiles (*Vaucheria*, *Œdogonium*, etc.), ou spores immobiles (*Fucus vesiculosus*, etc.), les thécaspores d'un grand nombre de champignons et de lichens présentent, en général, l'exemple de cellules arrondies ou ovoïdes. On rencontre également cette forme dans les tissus mous des plantes vertes. Une coupe mince à travers le parenchyme cortical d'un grand nombre de tiges, ou à travers les feuilles des Liliacées, montrera également des cellules qui, très peu serrées les unes contre les autres, conservent leur forme sphérique. On peut étudier encore comme cellules sphériques les grains de pollen d'un grand nombre de plantes (Graminées, Passiflores, Malvacées, etc.) (fig. 26).

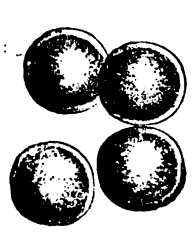
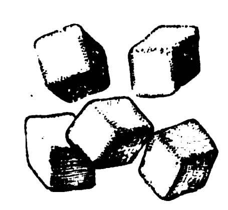
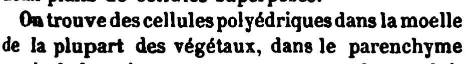


Fig. 26. — Pollen de *Ranunculus repens*.

2° *Cellules polyédriques.* — La forme polyédrique est celle qu'affectent en général les cellules groupées en tissu. En effet, par compression réciproque, les cellules s'aplatissent sur leurs faces en contact et prennent alors des formes variées.

Les formes les plus fréquentes sont le cube, le dodécaèdre et le rhomboèdre. Les *cellules cubiques* se reconnaissent au moyen des coupes, à leur section carrée. On les observe dans les épidermes de beaucoup de feuilles et de tiges, dans certains pollens (fig. 27). Les *cellules dodécaédriques* pourront être étudiées dans la moelle de sureau (fig. 28). Des coupes minces montreront une section hexagonale; mais, pour bien se rendre compte de la forme de ces éléments, nous conseillons de faire des coupes comprenant deux plans de cellules superposés.


Fig. 27. — Pollen de *Basella rubra.*


On trouve des cellules polyédriques dans la moelle de la plupart des végétaux, dans le parenchyme cortical des tiges vertes et surtout dans celui des pétioles d'un grand nombre de feuilles.

La *forme rhomboédrique* est particulièrement intéressante : ce sont ces cellules, qui, sous le nom de *cellules muriformes*, concourent à la formation des rayons médullaires dans le bois des végétaux ligneux principalement, et d'autre part sous le nom de *cellules tabulaires*, forment les tissus subéreux (liège du bouleau et du cerisier) et les couches épidermiques de la plupart des végétaux.

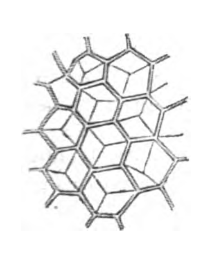


Fig. 28. — Cellules de la moelle du Sureau.

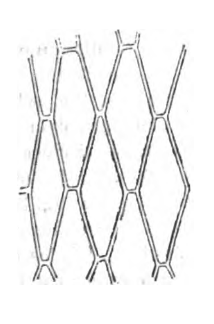


Fig. 29. — Cellules de l'épiderme de la Jacinthe.

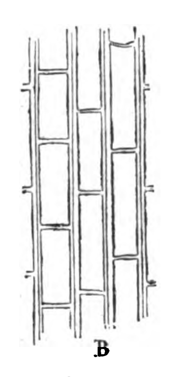


Fig. 30. — Cellules épidermiques de la Tulipe.

Le plus souvent les épidermes des feuilles, des tiges, des pièces du périanthe, etc., sont formés de cellules polyédriques aplaties dont les faces peuvent être losangiques (épiderme de jacinthe, fig. 29), hexagonales (*Lilium candidum*) ou encore rectangulaires (cellules épidermiques de

la tulipe, fig. 30). Les *cellules tabulaires*, remarquables par cette localisation spéciale, peuvent d'ailleurs offrir des variétés de forme innombrables.

### *b*. Cellules à contours non géométriques.

Nous ne signalerons que quelques-unes des formes les plus intéressantes.

1° *Cellules étoilées*. — Un inégal développement en surface de la membrane cellulaire détermine, s'il se produit avec quelque régularité, des saillies disposées comme les branches d'une étoile, séparées par des angles rentrants plus ou moins prononcés. On rencontre cette forme de cellules dans le parenchyme central des tiges des *Juncus effusus*, *glomeratus*, etc. (fig. 31), ainsi que dans le parenchyme des pétioles du *Nymphæa*, du *Nenuphar*, et dans les feuilles d'*Helleborus*, de *Gladiolus*, etc.

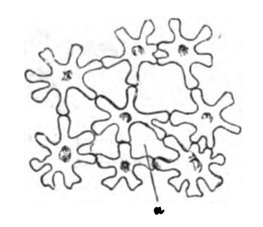



Fig. 31. — Cellules étoilées de la moelle du *Juncus effusus* *a*, lacune produite par ces cellules.

2° *Cellules rameuses*. — Comme précédemment, la forme de ces cellules est due à un développement inégal en différents points de la surface de la membrane cellulaire; mais ici ce développement s'est fait avec irrégularité. Un bon exemple de cellules rameuses est celui que l'on trouve dans le limbe d'un très grand nombre de feuilles, principalement chez les Dicotylédonées. Au contact avec l'épiderme inférieur de ces feuilles on observe au moyen de coupes minces un parenchyme formé de cellules à contours très irréguliers. Des cellules *rameuses* remarquables par leur grandeur et leur difformité se rencontrent encore isolées dans le parenchyme de certaines feuilles. Le mésophylle des feuilles du *Camelia japonica* (fig. 32) présente un très grand nombre de ces grandes cellules, isolées, à contours très irréguliers. Ici, les parois des cellules se font de plus remarquer par leur grande épaisseur.

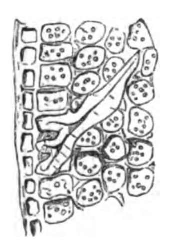


Fig. 32. — Une cellule rameuse à parois épaissies au milieu du parenchyme de la feuille du *Camelia japonica*.

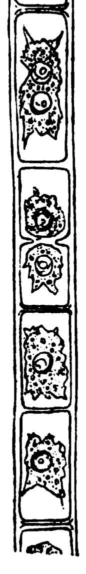
Dans ce groupe enfin doivent encore être classées maintes cellules de forme indéterminée, et particulièrement ces cellules pourvues de saillies et de bourgeonnements ou gemmes que l'on rencontre dans le tissu du chapeau de beaucoup de champignons et particulièrement chez les agarics et les bolets.

## B. CELLULES LONGUES.

Ces cellules, caractérisées par le développement que prend l'une de leurs dimensions, sont tantôt *cylindriques*, tantôt *prismatiques* par pres-

sion réciproque. On peut distinguer deux types principaux qui se rattachent à ce groupe :

1° Les *cellules allongées proprement dites*, ou *cellules filamenteuses*, dont les parois sont généralement minces et les extrémités terminées par des plans horizontaux. Ces éléments se trouvent dans le parenchyme central de la tige d'un grand nombre de végétaux, particulièrement au voisinage du point végétatif, là où l'accroissement se fait rapidement. Elles sont dans ce cas placées parallèlement à l'axe du végétal. D'autres sont allongées horizontalement, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction longitudinale de l'organe végétal, par exemple dans les rayons médullaires de la plupart des bois (*Abies*, *Quercus*, *Pinus*, *Fagus*).


Fig. 33.

La plupart des conferves sont également de bons exemples de cellules allongées, d'autant plus faciles à observer qu'elles ne demandent aucune prépation spéciale, et qu'elles ne forment jamais que des systèmes très simples (fig. 33).

Un grand nombre de poils unicellulaires, tels que le coton, doivent également rentrer dans ce groupe.

2° *Cellules fibreuses*, *clostres*, *fibres*. — On a désigné sous ces dénominations des cellules allongées, terminées en général par des plans obliques, ou dont les extrémités forment des pointes plus ou moins mousses. Elles rentrent pour la plus grande part dans la constitution du cylindre central des plantes, et se font encore remarquer par l'épaisseur de leur paroi qui peut aller même jusqu'à obstruer complètement leur cavité centrale. Pour les observer, on devra pratiquer des coupes longitudinales et transversales. Il sera même bon d'employer les moyens de dissociation que nous avons indiqués plus haut, car si l'on veut mesurer leur longueur, il est souvent difficile, sur une coupe longitudinale de suivre leurs extrémités minces qui se perdent entre les fibres voisines avec lesquelles elles sont généralement très intimement unies.

## § 2. MATIÈRES TEXTILES VÉGÉTALES.

**Propriétés physiques des fibres.** — Ce sont les fibres qui, grâce à leur *ténacité*, forment la partie principale du squelette des plantes. Dans beaucoup de végétaux elles joignent à cette propriété la *flexibilité*. Aussi sont-elles utilisées par l'industrie dans la confection des tissus et des cordages, et elles constituent les matières dites *textiles* (1).

(1) *Études sur les fibres végétales textiles employées dans l'industrie*, par M. Vétillart. Paris, 1876.

L'industrie européenne n'emploie couramment que quatre textiles retirés des plantes, ce sont : le *lin*, le *chanvre*, qui font l'objet de grandes cultures dans nos contrées ; le *jute*, qui depuis quelques années a pris une place importante dans l'industrie ; le *coton*, enfin, dont les centres de production sont l'Amérique et l'Asie. Ce dernier textile diffère comme nature des trois premiers, mais il rentre dans le groupe des cellules allongées aussi bien que les fibres.

Outre les substances textiles que nous venons d'énumérer, il en est d'autres dont l'usage commence à se répandre, et qui acquièrent de jour en jour une plus grande importance. De ce nombre sont le *chanvre pite* ou *aloès*, produit par l'*Agave americana*, les fibres du *Phormium tenax*, celles de l'*Alfa* de nos colonies algériennes, celles enfin du *Stipa tenacissima*, etc. ; beaucoup d'autres qui ne sont point encore arrivées sur nos marchés sont en usage dans les pays de production.

**Aspect extérieur des fibres textiles.** — Toutes les matières textiles dont il est ici question sont produites soit par des Monocotylédonées, soit par des Dicotylédonées. Or, au premier abord, un œil exercé peut le plus souvent reconnaître à laquelle de ces deux origines se rapporte un faisceau de fibres donné. Les fibres des Monocotylédonées sont généralement blanches ou d'une teinte fauve très claire, et ont reçu en Angleterre le nom de *fibres blanches*. Ces fibres, soyeuses, brillantes et d'une grande pureté, doivent ces propriétés extérieures à leur mode de préparation. On n'emploie en effet, pour les isoler des autres tissus de la plante, que des moyens mécaniques, consistant en un broiement du végétal entre des pierres suivi de lavages à l'eau. Les fibres des Dicotylédones au contraire sont en général assez fortement colorées en brun. Beaucoup plus longues ordinairement que les premières, et enchevêtrées les unes dans les autres en même temps que fortement attachées au tissu qui les environne, elles nécessitent pour être isolées l'emploi du *rouissage*, ou macération dans l'eau, qui a pour but de détruire partiellement par la fermentation les matières et les tissus qui les enveloppent. Si l'opération est bien menée, les fibres se présentent agrégées sous forme de rubans plus ou moins étroits, propres, souples, brillants.

La valeur des fibres textiles variant suivant leurs propriétés, suivant qu'elles sont plus ou moins tenaces et plus ou moins souples, on ne devra pas s'en tenir à un examen superficiel, mais recourir aux procédés plus sûrs que nous allons indiquer.

**Examen des fibres textiles. Mode opératoire.** — Sans nous arrêter aux moyens plus ou moins approximatifs et défectueux qui pendant longtemps ont été mis en usage dans l'examen des matières textiles, nous allons exposer avec quelques détails la méthode indiquée par M. Vétillart (*loc. cit.*).

Tout d'abord, et c'est là un point capital, avant de procéder à l'examen des matières en expérimentation, il faut leur faire subir une préparation qui a pour but de désagréger les éléments fibreux qui les composent. Pour cela on fait bouillir pendant une demi-heure au moins les échantillons (filasse, fils, tissus) à examiner dans une lessive contenant environ 10 pour 100 de carbonate de potasse ou de soude. Cela fait, on lave l'échantillon à grande eau, et on le fait sécher. Si l'opération a été bien menée, les filaments se laissent aisément dissocier, au moyen des aiguilles, en leurs fibres composantes. On prélève alors sur la masse trois échantillons nécessaires à l'examen complet.

Le premier servira à l'essai par les réactifs que nous allons indiquer.

Le second à l'examen des fibres en long et à leur mensuration.

Sur le troisième on fera des coupes transversales qui fourniront les caractères les plus importants et permettront de mesurer le diamètre des fibres, d'en apprécier la forme, la structure et par suite de les distinguer les unes des autres. (Voir les procédés à employer pour ces coupes, page 41.)

**Réactifs.** — Les réactifs employés sont ceux de la cellulose, et spécialement l'action combinée de l'iode et de l'acide sulfurique. On observe que, suivant leur nature, les fibres se colorent en bleu ou en jaune. Celles dont les parois sont uniquement formées de cellulose pure prennent la teinte bleue, elles prennent la teinte jaune lorsque leurs parois sont lignifiées ou souillées de matières azotées. Voici comment M. Vétillart conseille de préparer les réactifs en question :

1° *Dissolution d'iode.* — On fait dissoudre un gramme d'iodure de potassium bien pur dans 100 grammes d'eau distillée. Puis on ajoute un excès d'iode, de manière que le liquide en soit toujours saturé. On conserve la dissolution dans des flacons bouchés à l'émeri, en ayant soin de veiller à ce qu'il y ait toujours au fond du liquide quelques morceaux d'iode pour en assurer la saturation constante. Cette disssolution s'altère au bout de quelques mois.

2° *Acide sulfurique étendu.* — L'acide sulfurique ne peut être employé pur, car il désagrégerait la cellulose ; voici la composition qui semble donner les meilleurs résultats : Mélangez dans un flacon deux volumes de glycérine concentrée, et un volume d'eau distillée ; plongez le flacon dans l'eau froide jusqu'au niveau du liquide qu'il contient, et ajoutez peu à peu en agitant trois volumes d'acide sulfurique du commerce à 66°. Ce liquide s'altère rapidement. On peut lui rendre son énergie en l'additionnant de petites quantités d'acide sulfurique.

L'effet de la glycérine dans cette préparation est, comme le fait remarquer M. Vétillart, d'une grande importance.

Elle modère l'action de l'acide, de manière à ne pas déformer les préparations tout en leur donnant une coloration bien marquée après l'imprégnation par l'iode.

Ces réactifs étant préparés, si l'on veut en faire usage et obtenir des résultats constants, deux précautions indispensables doivent être observées, et sur lesquelles nous ne saurions trop insister :

1° La première de ces précautions est de n'opérer que sur des échantillons préalablement traités comme nous l'avons indiqué plus haut par une liqueur alcaline. Ce traitement prépare pour ainsi dire la cellulose à recevoir l'action des réactifs, en la gonflant plus ou moins et la rendant plus pénétrable. Nous avons même obtenu d'excellents résultats en substituant au carbonate alcalin une dissolution concentrée de potasse ou de soude. M. Vétillart, il est vrai, craignant une action trop énergique, rejette l'emploi de ces réactifs; nous devons dire toutefois que dans maintes circonstances où nous n'obtenions point la coloration recherchée au moyen des

réactifs et après traitement par les carbonates alcalins, nous avons pu l'obtenir après traitement par la potasse ou la soude caustique. Dans ce cas, pour éviter une action trop énergique qui détruirait les fibres, il faut avoir soin de ne les tremper que pendant quelques secondes dans la liqueur alcaline, et de les laver immédiatement à grande eau.

2° La deuxième précaution à prendre, sur laquelle nous insistons également, car elle nous paraît constituer un des principaux écueils à la réussite de l'opération, consiste à ne faire agir l'iode et l'acide sulfurique que sur des échantillons complètement privés d'eau. Si en effet on ne prend la précaution de dessécher complètement les filaments en expérience, on risque de n'obtenir aucune coloration. L'acide que l'on fait agir n'est pas concentré, et l'eau qui pourrait imprégner la préparation le diluerait encore et l'empêcherait de réagir sur la cellulose.

Ces précautions étant indiquées, voici le mode opératoire à suivre :

Sur un porte-objet, on dissocie au moyen des aiguilles, et aussi complètement que possible, quelques filaments de la matière à examiner. On imprègne la préparation de 2 ou 3 gouttes de la dissolution d'iode. On laisse le liquide pénétrer complètement les filaments et on l'aspire ensuite au moyen de petits morceaux de papier buvard. Alors on place sur la préparation un petit verre couvreur et on fait tomber quelques gouttes de la dissolution d'acide sulfurique le long d'un des côtés du verre à recouvrir. Le liquide pénètre entre les deux lames en vertu de la capillarité et continue à s'avancer vers le côté opposé. Le long de ce dernier, on place, bien en contact avec l'arête du couvre-objet, un petit carré de papier buvard qui aspire le liquide dès qu'il arrive en ce point. Un courant s'établit dès lors d'un bord à l'autre du couvre-objet, chassant devant lui la dissolution d'iode qui pourrait se trouver encore libre dans la préparation. Les fibres ne tardent pas à se colorer en bleu, partout où la cellulose est pure; elles se colorent en jaune là où la cellulose est lignifiée ou pénétrée de matières azotées.

Pour s'assurer du bon état des dissolutions, on aura soin

de toujours faire précéder ces recherches d'essais sur des échantillons de coton ou de lin pris comme étalons.

Enfin, les colorations obtenues ne persistant pas au delà de quelques heures, on devra avoir soin de compléter toutes les observations le plus promptement possible, et peu de temps après avoir fait les préparations.

En utilisant les données fournies à la fois par la mensuration des fibres en long et en travers ainsi que par leur forme générale et l'action des réactifs, M. Vétillart est parvenu à établir un certain nombre de caractères distinctifs d'une très grande valeur entre les diverses espèces de fibres employées ou pouvant être employées comme textiles.

Nous allons indiquer ces caractères pour les plus importantes d'entre elles. Nous formerons deux premiers groupes, suivant que les fibres usitées proviennent de plantes Dicotylédones ou de Monocotylédones, et nous édudierons dans chacun de ces groupes, d'une part les fibres qui se colorent en *bleu* par les réactifs ci-dessus indiqués, et d'autre part celles qui se colorent en *jaune* par le même traitement.

### 1° DICOTYLÉDONES.

#### A. Plantes dont les fibres se colorent en bleu par les réactifs.

1° **Lin**. *Caractères physiques*. — A l'examen dans la glycérine, après dissociation, les fibres du lin se présentent sous la forme de longs tubes à parois épaisses, très réfringentes, limitant un canal d'une finesse extrême (fig. 34). — A un fort grossissement, ces fibres montrent des fissures très déliées s'étendant suivant la longueur du canal. Ces fissures deviennent d'autant plus apparentes que le lin a été fatigué par de fréquents lessivages et un usage prolongé. Si on froisse les filaments de lin avant de les examiner, on constate au microscope la formation de renflements épars sur les fibres (*a'*); ces renflements ne seraient autres que les plis de flexion produits par le froissement. Les fibres du lin mesurent en moyenne 25 à 30 millimètres de longueur sur 0mm,020 à 0mm,025 de large. Leurs extrémités pointues sont longues et délicates (fig. 35, *a*).

*Examen dans les réactifs*. — Traitées par l'iode et l'acide sulfurique les fibres du lin se colorent en *bleu* et se font remarquer par leur grande transparence ; leur canal intérieur, quand il n'a pas disparu complètement comblé par l'épaississement des parois, apparaît comme une fine ligne *jaune*. Là où existent des renflements sur les fibres, on voit la coloration bleue plus intense affecter une disposition en croix assez curieuse (fig. 34, *a'*).

Si l'on fait des coupes transversales, celles-ci se reconnaîtront à leur forme polygonale (fig. 34, A) ; au centre on apercevra une petite ponctuation jaune, c'est la coupe du canal que les réactifs colorent en jaune, tandis que les parois colorées d'une belle teinte bleue laissent voir d'une façon très nette leurs stries d'accroissement.

La qualité du lin varie suivant l'épaisseur plus ou moins grande de ses fibres, et le degré de désagrégation amené par le rouissage.

2° **Chanvre** (Cannabis sativa). *Caractères physiques.* — Le chanvre, tel qu'il se présente sur nos marchés, est plus long, plus raide et plus grossier que le lin ; sa couleur est variable. Tantôt jaune pâle ou vert, il peut être brun ou même noirâtre. Les fibres examinées au microscope présentent une longueur variable entre 15 et 25 millimètres. L'épaisseur moyenne est de $0^{mm},022$.

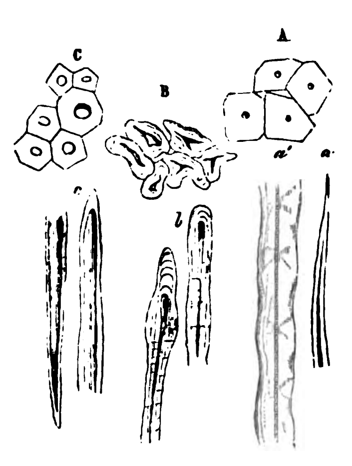


Fig. 34. — A. Fibres de lin en coupe transversale. — *a*. Extrémité d'une fibre. — *a'*. Corps d'une fibre. — B. Fibres de chanvre en coupe transversale. — *b*. Extrémités de ces fibres. — C. Fibres de jute en coupe transversale. — *c*. Extrémités de ces fibres. (Vétillart.)

Ces fibres, dont le diamètre est assez irrégulier, sont le plus souvent aplaties, quelquefois pleines et presque lisses à leur surface, d'autres fois cannelées. Elles présentent de nombreuses stries longitudinales et un canal souvent assez large, mais que l'abondance des stries ne permet pas toujours d'apercevoir nettement. Les pointes des fibres du chanvre sont tantôt taillées en biseau, ou arrondies à leurs extrémités et présentent du reste des contours très variés (fig. 34, B).

*Examen des fibres de chanvre au moyen des réactifs.* — Sous l'influence des réactifs, ces fibres se colorent en *bleu* ou en *violet*. Souvent aussi elles prennent une teinte *verdâtre*, due à la présence d'une membrane très mince qui les enveloppe entièrement comme une gaine et qui se colore en *jaune*, par l'iode et l'acide sulfurique. On met mieux en évidence l'existence de cette enveloppe en faisant agir les réactifs sur les coupes transversales des fibres. On aperçoit alors les sections polygonales plus ou moins régulières, colorées en *bleu* et entourées d'un mince filet *jaune*, qui les limite nettement. Cette fine bordure qui donne à chaque groupe de fibres l'aspect d'un émail cloisonné fait reconnaître au premier coup d'œil les tranches du chanvre même lorsque les coupes sont mal réussies. De plus, la cavité de ces fibres ne présente jamais de dépôt granuleux jaune semblable à celui qu'on trouve dans la cavité des fibres du lin. Enfin, les couches concentriques d'accroissement ressortent très nettement sur ces coupes et prennent des teintes variées (fig. 34, B).

3° **Sunn.** — Ce textile produit par le *Crotalaria juncea* est originaire des Indes et a été souvent importé sur nos marchés sous le nom de *chanvre des Indes*, ou *chanvre brun de Bombay*, ou de *Madras*. Il a été employé comme chanvre véritable; aussi est-il bon d'en connaître les caractères distinctifs.

*Caractères physiques.* — Les dimensions de ces fibres suffiraient à les distinguer des précédentes. Leur longueur en effet est beaucoup moindre et varie entre 7 et 8 millimètres. Leur largeur est en moyenne de 0mm,003. Leurs extrémités sont semblables à celles du lin. En présence des réactifs, les fibres de sunn se comportent à peu près de même que les fibres du chanvre, avec lesquelles on pourrait les confondre, mais leur cavité centrale présente fréquemment un dépôt jaune, et de plus, au milieu des groupes de fibres dont la section transversale affecte la forme d'un croissant, on aperçoit des faisceaux arrondis formant des réseaux à larges mailles d'un jaune foncé, où l'on reconnaît la section de vaisseaux spiralés. Ce sont là des indices de la préparation grossière de ce produit.

4° **Coton.** — Ce textile présente des caractères très tranchés, comme on devait s'y attendre, puisqu'il n'est point formé, comme les précédents, de fibres, mais de poils unicellulaires.

*Caractères physiques.* — Vus en longueur, les poils du coton se montrent aplatis et souvent tortillés en tire-bouchon. Ils forment des rubans dont les bords apparaissent comme deux bourrelets brillants très étroits par rapport à la largeur du ruban, ce qui indique le peu d'épaisseur des parois de ces cellules (fig. 35). Leurs extrémités ne sont pas pointues, mais généralement larges et arrondies.

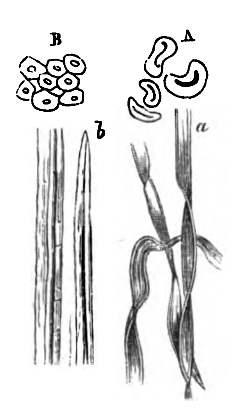


Fig. 35. — A. Coton, coupes transversales. — a. Poils vus en long. — B. *Phormium tenax*, coupes transversales. — b. Extrémité et corps de fibre. (Vétillart.)

La longueur des poils qui forment le coton est de 25 à 40 millimètres pour les sortes dites *longues soies*, et de 10 à 20 millimètres pour les espèces courtes et communes.

*Examen en présence des réactifs.* — Ces éléments se colorent en *bleu*. Le canal présente quelques granulations jaunes dans le coton écru, mais ces granulations disparaissent lorsqu'il a été blanchi. Les coupes transversales sont très caractéristiques; les sections se présentent toujours isolées, et leurs contours plus ou moins tourmentés leur donnent la forme d'un haricot ou d'un rein (fig. 35, A).

B. Plantes dont les fibres sont colorées en jaune par les réactifs.

**Jute** (*Corchorus capsularis*, *C. olitorius*, *C. fuscus*). — Ce textile originaire de l'Inde a été récemment introduit en Europe et il y occupe aujour-

d'hui une place importante. Ses usages sont cependant limités, car les tissus qu'il forme ne peuvent résister à une humidité prolongée, et présentent une très faible ténacité. Il y aurait donc fraude à le mélanger aux autres fibres textiles réservées à la confection des tissus qui peuvent être lavés. On emploie le jute dans la confection de toiles à sacs et à emballage ou encore de tapis et de rideaux estimés pour leur bon marché et les couleurs brillantes qu'ils peuvent acquérir par la teinture.

*Caractères physiques.* — Examinées en long dans les liquides neutres, les fibres de jute montrent une paroi très réfringente et peu épaisse, circonscrivant une cavité centrale assez large (fig. 34, C). Ces fibres sont très courtes ; leur longueur varie entre 1$^{mm}$,5 et 5 millimètres. Ce fait explique pourquoi les tissus qu'elles donnent sont peu tenaces et ne peuvent résister à une humidité prolongée sans se désagréger.

Les coupes transversales de ces fibres sont polygonales (fig. 34, C), à angles saillants; leur diamètre transversal moyen mesure 00$^{mm}$,022. La coloration *jaune* qu'elles prennent sous l'influence des réactifs est un caractère excellent à joindre à ceux que l'on peut tirer de leur longueur et de leur diamètre.

Pour les autres fibres de Dicotylédonées se colorant en jaune par les réactifs, nous renvoyons au mémoire de M. Vétillart, l'emploi n'en étant pas encore très répandu.

## 2° MONOCOTYLÉDONES.

### 1° Plantes à fibres colorées en bleu par les réactifs.

1° **Alfa** (*Stipa tenacissima*). — Les fibres de cette plante sont fort usitées pour la fabrication du papier, principalement en Angleterre. — Leur longueur moyenne est de 1$^{mm}$,5. Leur diamètre transversal de 0$^{mm}$,012. Elles se colorent en *bleu* ou *violet* sous l'influence des réactifs (fig. 36, A et B).

2° **Sparte** (*Lygeum Spartum*). — Sert aux mêmes usages que l'alfa. Longueur moyenne des fibres 2$^{mm}$,5. Diamètre transversal 0$^{mm}$,025. Ces fibres se colorent en *bleu* ou en *violet* par les réactifs.

### 2° Plantes à fibres colorées en jaune par les réactifs.

1° **Phormium tenax**. — Nous ne ferons qu'indiquer cette plante qui ne se rencontre plus sur nos marchés (fig. 36, B). — Le jute, qu'on lui attribue fréquemment, provient, nous l'avons dit, d'une tout autre plante.

2° **Chanvre Pite** *ou Aloès* (*Agave americana*). — Les fibres de l'agave sont courtes, à parois minces, et à cavité centrale très large et irrégulière (fig. 36, C). Elles sont renflées en leur milieu, èt se terminent par des pointes larges, dont la forme la plus fréquente est celle d'une lame de sabre (fig. 36, D, *d*); elles sont quelquefois lobées ou trifurquées.

Leur longueur moyenne est de 2$^{mm}$,5, leur largeur de 0$^{mm}$,024. Les réactifs les colorent en jaune.

Sans nous étendre davantage sur ces caractères, que l'on trouvera exposés avec détails dans le mémoire de M. Vétillart, nous ferons remarquer que l'examen au moyen du microscope ne donne pas seulement des carac-

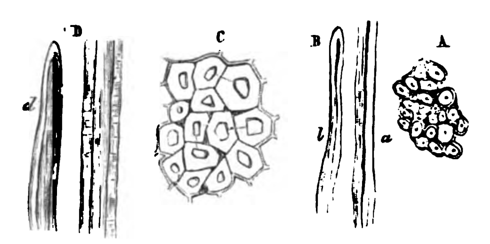



Fig. 36. — A. Fibres du *Stipa tenacissima* (alfa), en coupe transversale. — B. Corps (*a*) et extrémité des fibres (*b*). — C. Pite ou aloès, coupe transversale de fibres. — D. Corps de la fibre. — *d*. Extrémité de la fibre. (Vétillart.)

tères distinctifs entre les différentes espèces de fibres ; il permet encore de diviser d'une manière générale toutes ces fibres en deux classes bien tranchées par leur caractères physiques. Les unes, celles qui se colorent en *bleu* par les réactifs, sont généralement longues, tenaces, souples, susceptibles dès lors de subir, sans se briser, des torsions nécessaires pour la confection des fils et tissus. Elles résistent aux lavages.

Les autres, qui se colorent en *jaune*, sont raides, cassantes, et doivent être réservées dès lors pour d'autres usages que la confection des tissus fins. — On en formera des toiles à sacs, des tapis, des cordages, etc.

## § 3. ÉTUDE DE L'ACCROISSEMENT EN ÉPAISSEUR DE LA PAROI CELLULAIRE.

Les formes variées qu'affectent les éléments cellulaires sont le résultat de l'accroissement en *surface* de leur paroi. Mais, en étudiant une cellule à divers degrés de son développement, on constate que la couche cellulosique, qui n'était d'abord qu'une membrane mince et délicate, s'accroît peu à peu en épaisseur. Cet épaississement s'accompagne de deux formations :

1° De *stries* dont les unes sont concentriques par rapport à la cavité de l'élément, et les autres obliques ou parallèles à son grand axe ;

2° De *marques* variées qui s'observent aussi bien sur les cellules courtes que sur les cellules longues.

**Stries.** — Les stries sont des lignes ou zones alternativement claires et obscures que l'on aperçoit sur la coupe des

parois épaissies d'un grand nombre de cellules. Ces stries d'inégale réfringence en se juxtaposant donnent à la coupe l'apparence d'une série de zones ou de couches emboîtées. Aussi pensa-t-on d'abord qu'elles étaient le résultat de la superposition successive de nouvelles couches venant renforcer la membrane primitive (H. Molh.). Cette manière de voir, maintenant abandonnée, assignait donc aux parois cellulaires un mode d'épaississement par *juxtaposition*. M. Trécul a montré que cet épaississement était au contraire le résultat d'une véritable *intussusception* ou assimilation molécule à molécule par la membrane cellulaire de la susbtance cellulosique élaborée par le protoplasma.

Si des couches d'inégale réfringence apparaissent ainsi dans la paroi, c'est que celle-ci ne présente pas dans toutes ses parties un égal degré d'hydratation.

Là où la cellulose est très hydratée, elle apparait sur les coupes sous la forme de lignes sombres, peu réfringentes. Vues à un fort grossissement, ces lignes présentent une légère teinte rosée. Là au contraire où la cellulose est pauvre en eau, elle se présente en couches denses et réfringentes.

**Direction des plans d'hydratation.** — La direction des stries varie dans les cellules différentes, et aussi dans la même cellule. — On en peut reconnaître trois systèmes principaux :

1° Les stries sont circulaires et concentriques par rapport à la cavité de la cellule. — On en constate l'existence dans l'épaisseur de la paroi, par des coupes transversales (fig. 37).

2° Les plans de cellulose sont étendus radialement de la face interne à la face externe de la membrane cellulaire. Elles déterminent alors dans l'épaisseur de la paroi des stries radiales et à la surface de cette paroi des stries longitudinales.

3° Enfin on peut observer un système de plans obliques par rapport aux faces de la paroi, sur lesquelles ils déterminent la formation de stries coupant sous des angles variés les stries longitudinales.

Les deux derniers systèmes de stries se rencontrent fréquemment réunis dans la même paroi cellulaire. De l'entrecroisement de ces plans de cellulose résulte alors une division de l'épaisseur de la membrane cellulaire en prismes, et l'ap-

parition à la surface de cette membrane de figures losangiques variables de forme avec l'obliquité des plans les uns sur les autres.

**Étude.** — On examine d'abord la surface des cellules afin de se rendre compte de la disposition des stries des deux derniers systèmes mentionnés plus haut. On fait ensuite des coupes minces à travers les parois afin de constater, s'il y a lieu, la présence des stries concentriques. On rencontre quelques cellules dans lesquelles les trois systèmes des stries se trouvent réunis. Leur examen est assez difficile.

Lorsqu'on examine des sections pratiquées sur des parois épaisses, il est bon de se tenir en garde contre un accident de préparation qui se présente fréquemment lorsque le rasoir dont on fait usage n'est pas parfaitement aiguisé. Le rasoir détermine dans ce cas des stries accidentelles qu'il ne faut pas confondre avec les précédentes. Il est d'ailleurs facile d'éviter cette erreur. — Les stries produites accidentellement sont plus déliées que les stries vraies d'accroissement; leurs limites sont également plus arrêtées, et ne présentent pas ce passage graduel que l'on trouve toujours entre les parties obscures et brillantes dans les zones d'accroissement. — Il suffit d'ailleurs de quelque habitude du microscope pour ne point se laisser abuser par l'accident de préparation que nous signalons.

Les couches d'accroissement des parois cellulaires ne se présentent pas toujours avec netteté. Pour les mieux mettre en évidence, on peut employer les substances colorantes (carmin, hématoxyline). Les couches de densité différente absorbant inégalement ces matières, on verra les stries se dessiner plus nettement.

L'emploi des acides et des alcalis fait avec ménagement permettra également de faire apparaître les stries dans des parois où elles étaient peu visibles. — Enfin il ne faut pas oublier que l'emploi de l'eau comme véhicule dans l'observation de ces stries peut avoir pour résultat de les faire disparaître; l'eau hydrate les couches qui le sont peu, et rend la paroi homogène.

**Sujets d'études.** — Les stries se rencontrent dans presque toutes les parois cellulaires dès qu'elles ont acquis un certain degré d'épaississement.

On trouvera des couches concentriques très nettes dans les cellules sclérifiées du tubercule de *Dahlia variabilis* (fig. 37) ainsi que dans les fibres de sclérenchyme répandues en si grand nombre dans certaines écorces, et particulièrement dans les écorces des quinquinas jaune et rouge.

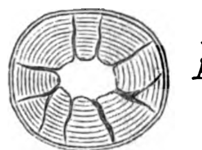



Fig. 37. — Cellule sclérenchymateuse.

Les cellules rameuses que l'on trouve dans les feuilles du *Camelia Japonica* (fig. 32), les fibres des *Pinus*, etc., offrent des stries rayonnantes d'une observation facile sur les coupes transversales de leurs parois. Enfin, les cellules dans la feuille du *Hoya carnosa*, celles des *Apocynées*, les poils des *Opuntiées* et de diverses autres plantes sont de bons exemples pour l'étude des divers systèmes de stries obliques et concentriques. On pourra, pour l'examen des stries longitudinales, choisir les fibres de lin et de chanvre. Vues en surface, surtout après traitement par la potasse, ces fibres semblent comme décomposées en délicates fibrilles, tant les stries longitudinales sont nombreuses et nettement définies.

## § 4. MARQUES SUR LES PAROIS CELLULAIRES.

Les marques dont nous allons parler sont, comme les stries, le résultat de modifications survenues dans la paroi au cours de son développement en épaisseur. Elles proviennent d'une irrégularité plus ou moins prononcée dans l'épaississement de la paroi. Si l'on examine à la lumière transmise des cellules dont l'épaisseur est sensiblement la même en tous points de leur surface, la lumière traversant une membrane homogène ne donne aucune image particulière. Mais lorsque la paroi s'est irrégulièrement épaissie, les parties minces étant plus transparentes que les parties épaisses, la lumière qui les traverse est modifiée dans son intensité, et on voit apparaître des marques diverses. Les épaississements peuvent se faire à la face externe ou à la face interne de la paroi cellulaire. Les premiers constituent des lignes proéminentes reliées en réseau, des verrues, des pointes, ainsi qu'on en peut observer de nombreux exemples à la surface de diverses spores et de beaucoup de cellules de pollen (fig. 38).

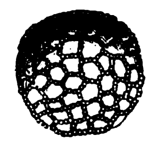


Fig. 38. — Pollen du Lis blanc.

Quant aux épaississements qui se produisent à la face interne de la paroi cellulaire, ils offrent deux cas à considérer : si les parties minces ne représentent qu'une faible étendue de la surface de la paroi, elles y apparaissent à la lumière transmise comme des ponctuations ou des raies (fig. 39). Si au contraire l'ensemble des parties non épaissies l'emporte, le fond de la paroi est mince et les parties épaissies forment à sa surface des proéminences de formes variées, anneaux, spirales, etc.

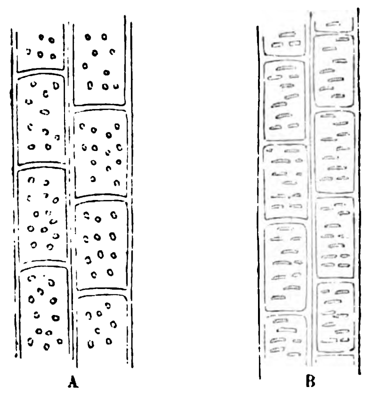


Fig. 39. — Cellules ponctuées et rayées.

### A. LE FOND DE LA MEMBRANE EST ÉPAISSI.

**Étude.** — A ce cas se rattachent les cellules dites *ponctuées*, *rayées*, *réticulées*, d'après la forme qu'affectent les espaces épargnés par l'épaississement.

1° *Cellules ponctuées.* — Pour observer les ponctuations, il convient de faire des coupes à travers les parois des cellules, car la forme et la manière d'être de ces ponctuations varient avec la plus ou moins grande épaisseur de la paroi.

Dans les cellules à parois minces, comme celles de la moelle du sureau par exemple, chaque ponctuation apparaît vue de face comme un petit cercle assez large. Si l'on examine la coupe de cette ponctuation, on constate qu'elle forme un petit canal creusé dans l'épaisseur de la paroi cellulaire. Ce canal, très court ici, puisque la paroi est mince, est fermé extérieurement par la membrane cellulaire non épaissie, qu'on mettra mieux en évidence au moyen de l'iode et de l'acide sulfurique.

Dans les cellules à parois plus épaisses telles que les fibres

du *Vinca major* (fig. 40) les ponctuations, souvent très nombreuses, sont plus petites, mais aussi beaucoup plus profondes. Sur les coupes, ces ponctuations apparaissent dans l'épaisseur de la paroi comme de petits canaux fins et déliés qui ont reçu le nom de *canalicules* ou *canaux poreux*, et qui s'étendent de sa face interne à sa face externe. — De semblables canaux correspondant à des ponctuations s'observent dans un grand nombre de végétaux. On les trouve particulièrement larges et profonds dans les cellules épaisses du périsperme du *Phytéléphas*, de la *Datte*, etc. Dans certains cas, ces canaux se bifurquent et se ramifient dans la paroi, c'est ce que montrent les cellules sclérenchymateuses des concrétions pierreuses (fig. 37) des poires, par exemple, ou encore les cellules sous-épidermiques de la tige souterraine du *Pteris aquilina*. De semblables canaux sont également bien développés dans les téguments de la graine de beaucoup de végétaux, dans la caroncule de la graine du Ricin, etc.

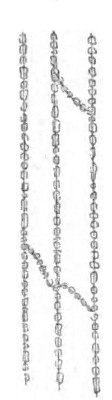


Fig. 40. — Fibres ponctuées du *Vinca major*, en coupe longitudinale.

2° *Cellules aréolées-ponctuées.* — Dans tous les exemples que nous avons signalés sous le nom de cellules ponctuées, chaque canalicule correspondant à une ponctuation présente un calibre à peu près uniforme dans toute sa longueur. Mais il arrive, dans certains cas, que le canalicule, très large dans sa partie voisine de la face externe de la paroi cellulaire, se rétrécit plus ou moins brusquement à mesure qu'il se rapproche de la face interne de cette paroi. Il en résulte que le canal poreux présente un orifice interne très petit qui projette une ponctuation sur l'orifice externe plus large. On observe alors, à la lumière transmise, ce qu'on appelle une *ponctuation aréolée* (fig. 41). Vue de face en effet, cette variété de marque se présente sous la forme d'un point brillant entouré d'une aire obscure, mais plus claire toutefois que le reste de la paroi. Cette intéressante particularité dans le mode de développement en épaisseur des

parois cellulaires s'observe avec la plus grande netteté dans le bois des *Conifères*. Les vaisseaux du bois sont remplacés en effet dans ces végétaux par des fibres épaisses à larges ponctuations aréolées (fig. 41). Pour les étudier, nous conseillons de pratiquer des coupes fines transversales et longitudinales sur un éclat de Sapin. Les larges aréoles se montrent disposées en lignes longitudinales sur la paroi des fibres. Vue de face, chaque ponctuation aréolée peut être assez exactement comparée à un verre de montre percé en son centre et enchâssé dans la paroi de la fibre.

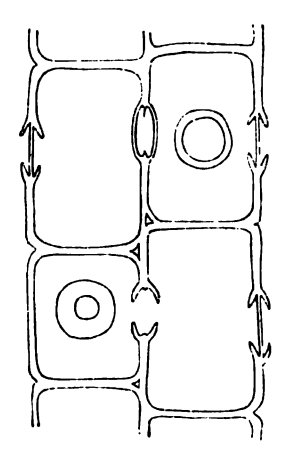


Fig. 41. — Cellules aréolées (Abies).

Les ponctuations simples ou aréolées de deux cellules voisines sont généralement en regard les unes des autres. Les cavités des deux cellules ne sont alors séparées que par une mince paroi; mais il peut arriver que cette membrane se résorbe, il y a alors communication directe entre les deux éléments. Cette communication s'établit fré-

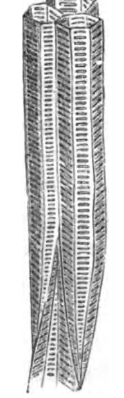


Fig. 42. — Vaisseaux scalariformes.

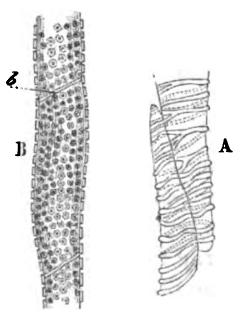



Fig. 43. — A. Union de deux cellules trachéennes de la tige de Balsamine, d'après M. Duchartre. — B. Coupe longitudinale d'un vaisseau aréolé ponctué pris dans le bois de la tige du *Justicia adathoda*. — *b*. Restes de la cloison séparatrice des deux cellules vasculaires.

quemment entre les fibres aréolées ponctuées des *Conifères;*

plus rare entre les cellules ponctuées simples, on en trouve cependant des exemples dans les cellules à spirales des *Sphagnum* et *Dicranum*, et dans les organes femelles de quelques espèces d'Algues (Schacht). On a alors affaire non plus à des ponctuations, mais à de véritables perforations des parois cellulaires.

Quant à la répartition des ponctuations, elle se fait généralement suivant une ligne spirale; les cellules allongées montrent particulièrement bien cette disposition (fig. 43, B).

3° *Cellules rayées et réticulées.* — Lorsque les parties de la paroi épargnées par l'épaississement atteignent une certaine étendue dans un sens, au lieu de ponctuations, on observe, à la surface de la membrane, des *raies* qui peuvent être aréolées par un mode de formation analogue à celui que nous avons décrit au sujet des ponctuations aréolées. Ces *raies aréolées* s'observent très bien sur les vaisseaux dits *scalariformes* des Fougères, et en particulier du *Pteris aquilina* (fig. 42), ainsi que sur les vaisseaux du tubercule de *Dahlia variabilis*. Dans ces deux dernières plantes on observe en outre des cellules qui présentent une modification particulière des marques, qui constitue ce qu'on appelle des *ponctuations tournantes*.

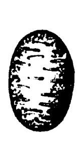
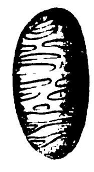



Fig. 44. — Cellules rayées, réticulées.

Vue de face, chaque ponctuation de ces cellules apparaît comme une ouverture arrondie traversée par une longue fente qui n'est autre que l'ouverture interne de la ponctuation aréolée. Il peut arriver alors que la fente interne change de direction par les progrès de l'épaississement, de manière que la ponctuation, vue de face, présente deux fentes en croix. Il est toutefois nécessaire de s'assurer que ces deux fentes appartiennent bien à la membrane d'une seule et même cellule, en isolant cette cellule par la macération (Sachs, *loc. cit.*).

Enfin, on réserve le nom de *cellules réticulées* à certains éléments dans la paroi desquels les raies transparentes augmentant en nombre, les portions épaissies apparaissent comme un réseau dont les mailles sont formées par les parties non épaissies. On en trouvera de bons exemples dans les cellules vasculaires du bois d'un grand nombre de végétaux, dans cer-

taines cellules du thalle du *Marchantia polymorpha*, dans un grand nombre d'anthères, où ces cellules reçoivent le nom de *cellules fibreuses* (voir plus loin), enfin, à la face interne de l'enveloppe de la graine des diverses espèces de Daphne (1).

B. LE FOND DE LA PAROI CELLULAIRE EST MINCE.

**Cellules annelées et spiralées** (*trachées*). — Dans ce second groupe, les épaississements de la paroi y apparaissent comme des anneaux ou des spirales sculptés pour ainsi dire sur sa face interne. Ce que nous avons dit déjà du mode d'épaississement de la paroi des cellules suffit à faire comprendre comment se produisent ces anneaux et ces spirales.

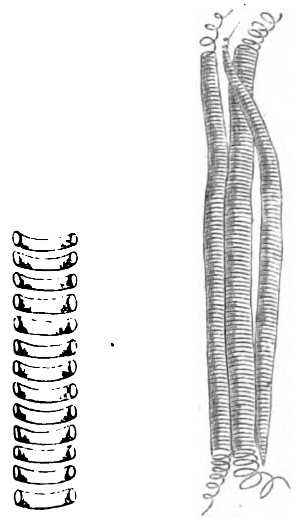


Fig. 45. — Anneaux d'un vaisseau annelé coupé en long (*Zea Maïs*).

Fig. 46. — Trachées déroulables.

**Étude.** — Les parois *annelées* se rencontrent principalement bien développées dans les cellules vasculaires des tiges de beaucoup de Monocotylédonées. Dans le *Zea Maïs* par exemple, on obtiendra, par isolement ou par coupes longitudinales, des cellules vasculaires annelées d'un diamètre considérable (fig. 45), où les anneaux atteignent une grande épaisseur.

Les épaississements *spiralés* sont fréquents et présentent des formes variées. Dans les vaisseaux spiralés ou trachées qui appartiennent aux faisceaux fibro-vasculaires du bois de la plupart des végétaux (fig. 46), ce sont des fils minces et déliés qui souvent se détachent de la paroi et se montrent dans les coupes comme des filaments isolés, enroulés en tire-bouchon. Ces *trachées* sont dites *déroulables* lorsque les spires peuvent s'isoler de la paroi.

(1) Beauregard, *Bull. Soc. bot.*, 1878.

Ailleurs la spirale forme une sorte de lame aplatie qui s'enroule dans l'intérieur de la cellule, de manière à figurer assez bien un escalier en limaçon. Ces sortes d'épaississements se voient dans les cellules d'un certain nombre de Cactées (*Mamillaria*, *Echinocactus*, etc.).

Enfin, il peut arriver que, sur la paroi d'une même cellule, deux ou plusieurs rubans s'enroulent en spirale de direction inverse. On en trouvera des exemples dans les élatères des *Marchantia polymorpha*, dans le Bananier, etc.

Les marques des parois cellulaires présentent encore bien des variétés de forme ; nous ne les énumérerons pas ici, car nous aurons l'occasion, dans le courant de cet ouvrage, d'appeler l'attention sur les plus intéressantes d'entre elles. Nous signalerons seulement, en terminant, deux faits qui nous paraissent dignes d'observation : c'est d'une part l'existence, sur une même paroi cellulaire (fig. 47), de ponctuations et d'anneaux ou de spirales (Daphne, Vigne, If, etc.) ; d'autre part, la localisation de l'épaississement à l'un des côtés de la cellule. Ce fait s'observe fréquemment sur l'épiderme des feuilles coriaces (*Viscum*, *Nerium*, etc.), dans les cellules de la couche protectrice des racines des Monocotylédonées, etc.

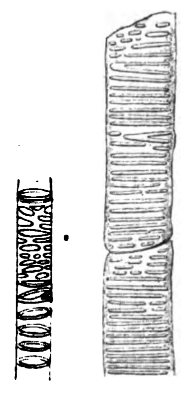


Fig. 47. — Cellule présentant à la fois des anneaux et des ponctuations.

§ 5. MODIFICATION DANS LA COMPOSITION DE LA PAROI CELLULAIRE.

La paroi des jeunes cellules est, comme nous l'avons vu, uniquement composée de cellulose. Mais par suite du développement, elle peut subir de profondes modifications dans sa composition chimique, et cela particulièrement dans les cas où se produisent les épaississements dont nous avons parlé plus haut. Ces modifications répondent à trois phénomènes distincts connus sous les noms de *lignification*, *cuticularisation* et *gélification*.

1° **Lignification.** — La lignification résulte de l'encroûtement des parois cellulaires par certains principes dits *ligneux* ou *incrustants* (*lignone*, *ligniréose*, *lignose*, etc. Payen). Ces principes, particulièrement répandus dans les parois des éléments qui forment les parties ligneuses des végétaux, sont souvent accompagnés de composés calcaires ou siliceux (voir plus loin), ou encore de substances résineuses colorées en brun plus ou moins foncé.

L'épaississement des membranes cellulaires sous l'influence de ces dépôts peut devenir considérable, et la paroi se divise alors en plusieurs enveloppes distinctes par leur composition. — Dans les cellules ligneuses du *Pinus sylvestris*, par exemple, on distingue ainsi trois enveloppes : une interne mince, formée de cellulose, car elle devient bleue sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique, et deux externes, encroûtées des substances susdites et qui ont perdu les caractères de la cellulose. Elles deviennent jaunes sous l'influence des mêmes réactifs.

*Étude. Réactifs.* — Les principes ligneux réagissent en effet tout autrement que la cellulose pure. La potasse, qui attaque cette dernière, n'a aucune action sur les dépôts incrustants. — L'acide sulfurique ne les dissout point, mais les noircit. (Payen.)

Ils sont solubles dans l'acide azotique et les hypochlorites, qui au contraire ne dissolvent pas la cellulose proprement dite.

Ils ne bleuissent sous l'influence de l'iode ni avant ni après l'action des acides.

Les réactifs colorants caractérisent très bien les membranes lignifiées. En particulier la phloro-glucine additionnée d'acide chlorhydrique les colore en rouge. Le sulfate d'aniline les colore en jaune, la fuchsine en rose.

2° **Cuticularisation et subérification.** — La cellulose, dans beaucoup de cellules libres (spores, grains de pollen) et dans nombre de cellules épidermiques, se transforme fréquemment en une substance appelée *cutine*, constituant ce que l'on appelle la *cuticule*. C'est une transformation analogue de la cellulose qui donne lieu à la *subérine*, substance élastique, réfringente, peu perméable, qui forme la paroi des cellules du liège.

Cutine et subérine se comportent à peu près de même en présence des réactifs. Elles se colorent en jaune par l'iode et

le chlorure de zinc iodé, en rose par la fuschine. Elles sont insolubles dans le liquide cupro-ammoniacal et dans l'acide sulfurique, l'eau, l'éther, l'alcool, etc. Elles se dissolvent dans la potasse concentrée bouillante et résistent à l'action du *Bacillus amylobacter*.

3° **Gélification**. — La membrane cellulaire présente dans certains cas une modification spéciale qui consiste dans sa transformation en une substance gélatineuse plus ou moins épaisse. Cette transformation atteint de préférence les couches internes de la paroi cellulaire; les parois gélifiées ne se colorent ni par l'iode ni par le chlorure de zinc iodé; elles se gonflent considérablement sous l'influence de l'eau et surtout de la potasse et des acides.

C'est à ces formations que se rattachent les mucilages et les gommes.

**Mucilages**. *Étude*. — La transformation mucilagineuse des parois des cellules se rencontre dans un certain nombre de graines (*Lin*, *Coing*, *Psyllium*), dans l'albumen du *Caroubier*, etc. Dans la *graine de Lin* par exemple, ce sont les cellules de la couche la plus superficielle qui subissent la modification mucilagineuse. Ces cellules volumineuses et de forme cubique épaississent de bonne heure leurs parois et, tandis que la couche externe de ces épaississements, restant mince et élastique, revêt tous les caractères de la cuticule, les couches internes se transforment en mucilage (1).

Le mucilage, de consistance cornée lorsqu'il est sec, se gonfle rapidement lorsqu'il est mis en présence de l'eau, et il en résulte une masse gélatineuse qui remplit la cavité de la cellule au point de faire éclater la cuticule. — On peut facilement observer ce gonflement des couches gélifiées des parois cellulaires en plaçant dans une goutte d'eau sous le microscope une mince coupe de graine de Lin.

L'abondant mucilage que donne la graine de Psyllium est dû à la gélification de toutes les cellules de ses tissus (téguments et albumen). Les cellules de l'embryon sont les seules qui ne participent point à cette modification. (G. Planchon, *loc. cit.*)

Tous les mucilages ne semblent toutefois pas résulter d'une modification siégeant dans la paroi cellulaire. C'est ainsi que, dans les écorces de Cannelle, on rencontre des cellules à mucilage, dont les parois ne sont point altérées. Ces cellules siègent dans le parenchyme au voisinage des faisceaux libériens (Planchon, *loc. cit.*). Le mucilage qu'elles renferment est très probablement dû à une transformation de la matière amylacée qu'elles ont contenue, comme cela a lieu pour la formation du muci-

(1) Frank, *in Jahrb. botan.*, V, 1866.

lage qui remplit les lacunes des tubercules de certaines Aroïdées (1).

**Gommes.** *Étude.* — De même que les mucilages, les gommes résultent soit de la transformation directe des parois cellulaires, soit de la transformation du contenu amylacé des cellules. Au premier mode appartient la production de la *gomme adragante.*

*Gomme adragante.* — En effet, si l'on pratique des coupes sur les diverses espèces d'Astragales (*A. verus*, *A. creticus*, etc.) qui donnent la gomme adragante, on constate que les parois des cellules de la moelle et des rayons médullaires, d'abord minces, s'épaississent bientôt notablement. Ces épaississements se transforment peu à peu de dehors en dedans en une substance gélatineuse qui remplit bientôt la cellule. Tous ces amas mucilagineux s'échappent au dehors par des fentes de la tige, et, en se desséchant, prennent la consistance cornée que l'on connaît à la gomme adragante.

C'est au mode d'origine de la gomme adragante que l'on doit d'y rencontrer, lorsqu'on en examine un mucilage au microscope, des débris de cellules qu'on ne retrouve pas dans les autres gommes. De plus on trouve souvent des grains d'amidon dans la gomme adragante, ce qui n'a pas lieu pour les autres gommes.

*Gommes arabique et du Sénégal.* — Le mode de production de ces gommes n'est pas très exactement connu. — D'après Wigand, ce serait par un procédé analogue à celui qui donne la gomme adragante; d'après M. Martins (2), la production de la gomme arabique serait liée à la présence d'un parasite du genre Loranthus (*L. Senegalensis*).

Quoi qu'il en soit, les gommes qui nous occupent se dissolvent dans l'eau; elles ne présentent à l'examen microscopique ni amidon ni débris de parois cellulaires.

*Gommes des Cerisiers et des Pruniers.* — Ces gommes ne sont pas, d'après les recherches de M. Prillieux (3), le résultat d'une transformation de la paroi des cellules ou des lacunes qui les renferment, mais le produit d'une élaboration spéciale, aux dépens de l'amidon et des substances contenues dans les cellules où se trouvent ces gommes. La gomme des Cerisiers (*gomme nostras*) se produit dans les cellules du parenchyme médullaire, dans les vaisseaux et dans les *lacunes* qui prennent généralement naissance dans le parenchyme des rayons médullaires. Ces lacunes, dépourvues de parois propres, sont entourées par un tissu spécial dont la formation coïncide avec l'apparition de la gomme. « Pendant que la gomme se produit, on observe, dans les cellules qui bordent la cavité des lacunes, une activité extraordinaire ; elles grandissent, se développent, se multiplient, s'épaississent et se remplissent de fécule. » Il est probable que cette gomme se forme à l'aide des matières contenues dans ces cellules.

(1) Trécul, *Comptes rendus*, 1875. Giraud, *Étude comparative des gommes et des mucilages*, thèse de l'École supérieure de pharmacie de Paris. 1875.

(2) Martins, *Sur un mode particulier d'excrétion de la gomme arabique produite par l'Acacia Vereck du Sénégal.* Revue des sciences naturelles de Montpellier, t. III.

(3) Prillieux, *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. I.

### § 6. DÉPÔTS DE SUBSTANCES MINÉRALES DANS LA PAROI CELLULAIRE.

Les parois épaissies des cellules sont fréquemment le siège de dépôts de substances minérales qui les rendent incombustibles. Ces dépôts sont formés soit de silice, soit d'oxalate ou de carbonate de chaux.

**Dépôt de silice.** — La silice se rencontre principalement dans les épidermes. Elle forme alors à la plante un revêtement siliceux d'une grande dureté et très âpre au toucher. D'après Duval Jouve (*Histoire naturelle des Equisetum de France.* Paris, 1864), la silice dans les *Equisetum* se localise particulièrement dans la portion extérieure cuticularisée des cellules épidermiques, à tel point qu'elle y remplace pour ainsi dire la cuticule; cet encroûtement ne se fait pas d'une manière uniforme; il en résulte une couche mamelonnée ou même, chez l'*Equisetum hiemale*, couverte de saillies plus ou moins irrégulières disposées en rangées transversales par rapport aux côtes longitudinales de la tige, et qui forment une sorte de râpe très dure, propre au polissage des métaux.

On observe également des dépôts siliceux dans les parois des cellules épidermiques des *Calamus*, dans celles de nombreuses *Graminées* et dans le parenchyme des feuilles des *Ficus sycomorus*, *F. trachyphylla*, *Deutzia scabra*, *Celtis*, *Ulmus*, *Magnolia grandiflora*, etc. (1).

**Étude.** — Pour obtenir de beaux squelettes siliceux, on peut avoir recours aux *Diatomées*.

Si l'on veut avoir le squelette siliceux des épidermes ou des parenchymes que nous venons de citer, on enlève des lambeaux d'épiderme, ou l'on fait des coupes sur les tissus. On lave soigneusement ces préparations à l'acide nitrique et on les calcine sur une lame de platine. Sachs (*Traité de Botanique*, 1874) conseille la méthode suivante, qui lui donne des résultats plus rapides : « On place de gros fragments du tissu, par exemple de feuilles de Graminées, de tiges d'*Equisetum*, etc., sur la lame de platine, dans une grosse goutte d'acide sulfurique concentré, et on chauffe dans la flamme; l'acide noir-

(1) De Bary, *Handbuch der physiologisch. Botanik*, 1877. Leipzig. Mohl, *Bot. Zeitung*, 1861. Rosanoff, *Bot. Zeitung*, 1871.

cit aussitôt et il se fait un vif dégagement de gaz; on chauffe jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une cendre pure et bien blanche. »

**Dépôts d'oxalate de chaux.** — Les dépôts d'oxalate de chaux dans les parois des cellules s'observent sous forme de granulations ou de cristaux distincts. S'ils siègent dans les cellules épidermiques, ils y occupent principalement les couches cuticulaires.

On rencontre l'oxalate de chaux en petits cristaux dans la paroi épaissie des fibres sclérenchymateuses du *Welwitschia mirabilis*. Il est également très abondant dans beaucoup de *Cupressinées* et de *Taxinées*, dans les diverses espèces d'*Ephedra*, dans les feuilles des *Dracæna reflexa*, *arborea*, *draco*, du *Sempervivum calcareum*, dans diverses espèces de *Mesembryanthemum*, etc. Ces dépôts donnent à beaucoup d'épidermes leur coloration blanc mat, et en particulier aux parties blanches des feuilles du *Mesembryanthemum tigrinum* (De Bary, *loc. cit.*).

A ces incrustations directes de la paroi cellulaire se rattachent encore les cristaux mâclés que l'on trouve dans la moelle des *Kerria japonica* et *Ricinus communis*, ainsi que dans le pétiole de diverses Aroïdées (*Philodendron*, *Pothos*, etc.). Ces mâcles, situées dans la cavité cellulaire, sont reliées à la paroi par des filaments de cellulose et revêtues d'une mince couche cellulosique (Rosanoff, *loc. cit.*).

**Étude.** — On reconnaît l'oxalate de chaux à ses réactions et à sa forme cristalline. Insoluble dans l'acide acétique, il se dissout sans dégagement de gaz dans l'acide chlorhydrique.

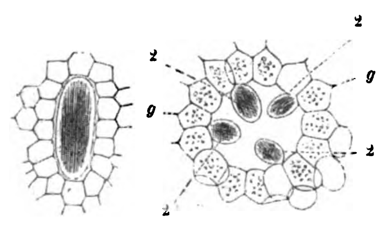


Fig. 48. — Raphides dans leurs cellules spéciales.

L'oxalate de chaux revêt des formes cristallines très variées, dérivées du système quadratique. Le plus souvent il cristallise en octaèdres présentant l'aspect d'enveloppes de lettres ou de sablier. L'oxalate de chaux qui se forme dans la cavité des cellules offre une cristallisation bien différente, appartenant au système clinorhombique. Ces cristaux constituent tantôt des mâcles, tantôt des aiguilles groupées en paquets dans des cellules spéciales (fig. 48) et reçoivent le nom de *raphides* (feuilles de *Lemna*).

**Dépôts de carbonate de chaux.** — Le carbonate de chaux ne forme jamais de cristaux définis comme l'oxalate de chaux; il se dépose en fines granulations qui se réunissent en petites masses, tantôt à aspect cristallin, tantôt complètement amorphes. — Dans les parois des cellules de beaucoup d'Algues marines (*Acetabularia*, *Corallina*, *Melobesia*, etc.), le carbonate de chaux se dépose à l'état de très fines granulations. Les dépôts les plus intéressants que forme cette substance sont ceux que l'on rencontre dans les épaississements des parois cellulaires des *Urticées* et des *Acanthacées*. Ils ont reçu le nom de *Cystolithes* (1).

**Cystolithes des Urticées.** — Ces formations ont été successivement étudiées par Meyen dans le *Ficus elastica* (1834), puis par Payen, Schacht, Weddel, Scheinden, etc. Pour étudier le développement des cystolithes du *Ficus elastica,* par exemple, il faut faire des coupes sur les jeunes feuilles encore renfermées dans leur gaine stipulaire. On constate alors que l'épiderme est formé d'une seule couche de cellules prismatiques qui toutes ont même grandeur et même forme, et sont recouvertes par la cuticule. Bientôt la plupart de ces cellules se subdivisent par des cloisons tangentielles pour former un épiderme à quatre rangées de cellules. Les autres cellules qui ne se cloisonnent pas épaississent leur paroi externe, et en même temps se gonflent et prennent la forme d'ampoules ovales qui s'enfoncent dans le parenchyme sous-épidermique. Bientôt leur paroi épaissie développe (fig. 49) un prolongement cellulosique qui se renfle en massue et s'avance dans la cavité de l'ampoule. Ce prolongement en forme de stalactite acquiert la forme d'un corps ovoïde ou sphérique qui atteint le centre de la cavité cellulaire et se montre bientôt recouvert de mamelons coniques. Cette masse cellulosique s'imprègne de carbonate de chaux et reste attachée à la paroi qui l'a produite par une sorte de pédicelle cylindrique qui renfermerait de la silice (de Bary, *loc. cit.*, fig. 49).

Les cystolithes des Urticées, bien que situés dans la cavité

(1) Weddel, *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. II.

des cellules, sont donc en réalité formés par une expansion de la membrane cellulaire imprégnée de carbonate de chaux.

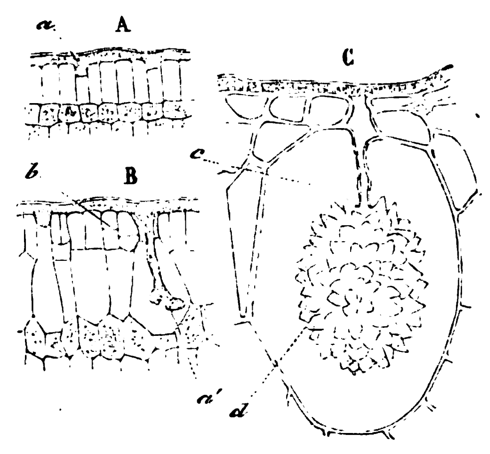



Fig. 49. — Développement d'un cystolithe dans la feuille du *Ficus elastica* (d'après de Bary, *loc. cit.*).

A. Premier état. Développement en *a* de la paroi externe de l'une des cellules. — B. 2e stade. Cette cellule s'est développée en ampoule. — *a'* Développement du prolongement cellulosique. — *b*. Cellule en voie de division. — C. État de complet développement. — *c*. Cellule en ampoule. — *d*. Cystolithe.

**Sujets d'étude.** — Dans le *Ficus elastica* on rencontre ces formations à la face supérieure et à la face inférieure des feuilles. — Celles de la face inférieure sont toutefois moins nombreuses et plus petites. Dans les *Ficus carica*, *montana*, *ulmifolia*, où l'on trouve également des cystolithes, la paroi des cellules qui les renferment se continue au-dessus de la surface épidermique en un poil pointu plus ou moins long. Citons encore, parmi les Urticées qui renferment des cystolithes dans l'épiderme, les diverses espèces de *Pariétaire*, les *Bœhmeria*, *Celtis morus*, *Broussonetia*, *Cannabis*, *Urtica* (Payen). On trouve des cystolithes de forme ovale dans les *Pilea decora*, *densiflora* (Weddel, *loc. cit.*). Dans l'*Urtica macrophylla*, les cystolithes sont fusiformes, à grand axe dirigé parallèlement à la surface épidermique.

**Cystolithes des Acanthacées.** — Chez les Acanthacées on trouve également de nombreux cystolithes. Rarement arrondis (*Justicia carnea*, Schacht), ils sont le plus souvent fusiformes (*Justicia adathoda*, fig. 100). Dans ce dernier on les rencontre en grande abondance dans le tissu parenchymateux de la

moelle et dans le parenchyme cortical, principalement au voisinage des cellules sclérenchymateuses qui limitent extérieurement les faisceaux libéro-ligneux (l'*Acanthus mollis* ne renferme pas de cystolithes).

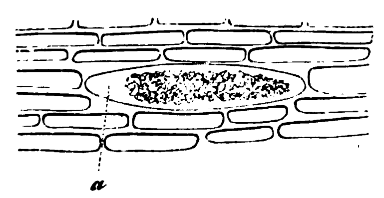



Fig. 50. — Cystolithe du *Justicia adathoda* dans le parenchyme cortical de la tige. La cellule *a* qui renferme le cystolithe est, par sa forme, distincte des cellules environnantes.

Pour terminer ce qui a trait aux cystolithes, ajoutons encore qu'on les rencontre dans l'*Ulmus* et le *Dorstenia* (Payen). Mohl (*Bot. Zeit*, 1860) rattache aux cystolithes des plantes urticantes les nodosités que l'on trouve à la base des poils des Borraginées et des Synanthérées.

**Étude.** — La composition des cystolithes se reconnaît aisément par l'usage des réactifs. L'acide acétique les fait disparaître avec un abondant dégagement de gaz. Aussi, lorsqu'on veut conserver des préparations de tissus renfermant des cystolithes, doit-on éviter avec soin de se servir de véhicules acides. La glycérine acide doit en particulier être rejetée, sous peine de voir au bout de quelques jours les cystolithes réduits à leur squelette cellulosique.

ART. 3.

## Contenu des cellules.

On trouve dans l'intérieur des cellules des substances de nature très variée et dont la présence est en rapport avec l'activité vitale du protoplasma. Dans les cellules mortes, en effet, on ne trouve généralement rien autre chose que des gaz ou de l'air plus ou moins modifié dans sa composition. Il est à peu près impossible de classer toutes ces substances d'une manière satisfaisante. Les unes sont des produits de désassimilation (tannin, résines, huiles essentielles, etc.); les autres sont réservées à la nutrition du végétal (aleurone, amidon, graisses, etc.). Quelques-unes ne sont que très imparfaitement connues quant

à leur rôle et à leur mode d'évolution. Nous étudierons parmi ces substances celles qui nous paraissent avoir le plus d'intérêt soit à cause du rôle physiologique qui leur est réservé, soit à cause de leur fréquence dans les cellules.

## § 7. SUC CELLULAIRE. INULINE.

Le *suc cellulaire* est le liquide qui remplit les vacuoles creusées dans le protoplasma. Très riche en eau, ce liquide peut renfermer à l'état de dissolution diverses matières parmi lesquelles rentrent, en première ligne, le sucre, la gomme, la dextrine, l'inuline, des matières colorantes, différents sels, etc.

**Étude.** — On reconnaît la présence du *sucre* dans le suc cellulaire, au moyen de l'acide sulfurique concentré qui colore le liquide en rouge rose.

On reconnaît la *gomme* et la *dextrine* par un précipité granuleux que l'alcool produit dans le suc clair des cellules (Schacht, *Le microscope et son application à l'anatomie végétale*, 1865). Lorsque le suc cellulaire renferme un *sel de chaux* soluble, il est facile de le mettre en évidence au moyen d'une goutte d'acide sulfurique que l'on dépose sur la préparation. On voit bientôt apparaître de nombreuses aiguilles cristallines de sulfate de chaux.

Si l'on veut étudier comparativement le contenu de cellules voisines, on doit pratiquer sur le tissu en expérience des coupes assez épaisses pour contenir un plan de cellules non déchirées par le rasoir. Si l'on ne prenait cette précaution, les liquides des diverses cellules se mélangeraient. On lave ensuite les coupes obtenues, avec de l'eau distillée, et alors seulement on a recours à l'emploi des réactifs. Ceux-ci doivent être employés isolément, chacun sur une préparation particulière et bien fraîche ; si on les faisait agir successivement sur la même préparation, on opérerait mal, car ils peuvent gêner mutuellement leur action (Schacht, *loc. cit.*).

**Inuline.** — Parmi les substances dissoutes dans le liquide cellulaire, il en est une que sa composition et son rôle physiologique rendent fort intéressante en la rapprochant des matières amylacées. Cette substance, qui a reçu le nom d'*inuline*,

se rencontre principalement dans les racines des Composées (tubercules de *Dahlia variabilis, Inula Helenium, Helianthus tuberosus, H. annuus, Leontodon,* etc.). On la trouve également dans le suc cellulaire de certaines Algues, comme l'*Acetabularia.*

**Étude.** — On chercherait en vain cette substance dans les coupes de tissus frais, car, ainsi que nous l'avons dit, elle est en dissolution dans le suc cellulaire. On devra donc, pour la faire apparaître, se servir de réactifs appropriés. On se base, pour arriver à ce résultat, sur l'insolubilité de l'inuline dans divers liquides tels que l'alcool, l'éther, les huiles grasses et volatiles, la glycérine pure, etc. — C'est généralement à l'alcool que l'on a recours. Mais il faut employer certaines précautions dans son usage. Si l'on traite des coupes de Dahlia par exemple par l'alcool absolu, on n'obtient qu'un précipité granuleux dû à une soustraction trop rapide de l'eau du suc cellulaire. Les cristaux d'inuline n'ont point eu le temps de se former. — Si on a soin, au contraire, de modérer l'action de l'alcool, en plongeant, par exemple, les tissus pendant un certain temps dans ce liquide avant de faire les coupes, les cellules s'imbibent lentement d'alcool, et l'on obtient de belles cristallisations d'inuline. — On obtiendrait le même résultat par la dessiccation lente du tissu. — L'inuline, précipitée comme nous venons de l'indiquer, revêt un aspect tout particulier. Les éléments cristallins qui la composent se groupent en rayonnant autour d'un centre commun, et forment des masses qui reçoivent le nom de *sphéro-cristaux* (fig. 51). Le volume de ces sphéro-cristaux est très variable. Tantôt assez petits pour être renfermés au nombre de trois ou quatre dans une même cavité cellulaire, ils deviennent quelquefois très volumineux, de telle sorte qu'un sphéro-cristal remplit à lui seul deux ou trois cellules contiguës, son centre se trouvant être alors le plus sou-

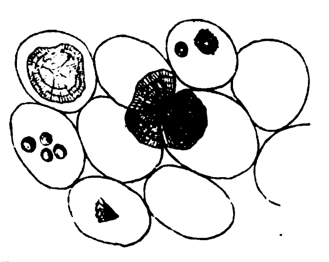


Fig. 51. — Inuline précipitée par l'alcool dans les cellules du tubercule de l'*Helianthus tuberosus.*

vent en un point de la paroi de séparation de ces cellules.

*Réactifs*. — L'inuline, bien que semblable à l'amidon par sa composition chimique, en diffère par ses réactions. — Très soluble dans l'eau chaude et assez soluble dans l'eau froide, elle n'est point colorée en bleu par l'iode. L'eau ne la gonfle point. Les acides nitrique et chlorhydrique la dissolvent et font apparaître dans sa masse des lignes circulaires et concentriques, par lesquelles se révèlent les couches qui se sont superposées pour lui donner naissance (Duchartre, *loc. cit.*).

**Matières colorantes dissoutes.** — Un grand nombre de fleurs doivent leurs vives couleurs à des pigments colorés dissous dans le suc cellulaire. Le pigment bleu, qui a reçu le nom d'*Anthocyanine,* est le plus répandu d'entre tous ; c'est lui par exemple qu'on trouve dans les fleurs de violettes. Il devient rouge lorsque le suc des fleurs qui le renferment est acide. — Certaines feuilles d'autre part sont colorées en rouge par un pigment dissous dans le suc de leurs cellules et appelé *Erythrophylle*.

### § 8. LEUCITES ET PIGMENTS COLORÉS.

Dans le protoplasma d'un grand nombre de cellules, on trouve des corps auxquels M. Van Tieghem a donné le nom de *leucites*, qui affectent des formes variées et qui jouent un rôle fort important (1).

Ces leucites se présentent comme de petites masses sphériques ou ovales (*Beta, Colocasia*), parfois fusiformes (*Phajus*) remarquables par leur réfringence. Ce sont des parties différenciées du protoplasma, susceptibles comme lui d'une vie active et d'une multiplication par division.



Fig. 52. — Leucites de Phajus.

Dans le cours de leur évolution, les leucites sont susceptibles de produire des substances diverses. Lorsqu'ils restent incolores, ils forment en général de l'amidon. Plus fréquemment, ils se teignent de matières colorantes produites par eux,

(1) Voir Van Tieghem, *Traité de Botanique*.

et deviennent alors des *Chromoleucites;* ils n'en restent pas moins aptes d'ailleurs à produire de l'amidon.

**Leucites colorés et corps chlorophylliens.** — La coloration pour ainsi dire la plus générale que prennent les Chromoleucites est la coloration jaune. Ils produisent en effet un pigment jaune dit *xanthophylle* (1), qui les imprègne et en fait des *Xantholeucites*. C'est ce qui arrive dans les plantes étiolées soustraites à la lumière. C'est également à des Xantholeucites qu'un grand nombre de fleurs (*Helianthus annuus*, etc.) doivent leur couleur jaune.

Des leucites diversement colorés donnent à certains pétales leurs teintes bleues, rouges, violettes, etc., et les pigments ainsi produits sont souvent solubles dans l'eau et modifiés diversement par les bases ou les acides (2).

Dans un certain nombre de plantes (diverses algues), les leucites primitivement incolores se teignent directement en vert. Mais en général dans les plantes qui renferment ce qu'on appelle la *chlorophylle*, celle-ci est produite par des leucites (*chlorophores* de Bœhm) déjà colorés en jaune, et les *corps chlorophylliens* ne sont autre chose que des Xantholeucites imprégnés de chlorophylle. Aussi lorsqu'on soumet un grain de chlorophylle à l'action des dissolvants des deux matières colorantes qui y accompagnent la matière albuminoïde fondamentale, arrive-t-on très bien à séparer ces deux matières. Pour opérer cette séparation, on se base sur la solubilité de la chlorophylle dans la benzine où la xanthophylle ne se dissout pas. On commence par traiter les tissus remplis de corps chlorophylliens par de l'alcool qui enlève à la fois la matière jaune et la matière verte, puis on ajoute de la benzine à la dissolution. La benzine s'empare de la chlorophylle et laisse

(1) La xanthophylle est insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool; elle cristallise, lorsqu'après l'avoir dissoute dans l'alcool on laisse évaporer la solution. Les alcalis ne l'altèrent pas; les acides sulfurique et chlorhydrique la font passer au vert, puis au bleu.

(2) Le blanc pur est généralement le résultat de l'interposition d'une certaine quantité d'air dans les cellules (Lis); le *brillant métallique* et le *velouté* sont dus à l'existence d'excroissances papilliformes à la surface de l'épiderme. Le jeu de la lumière sur ces papilles et sur la couche d'air retenue entre elles produit l'effet du chatoiement et du velouté.

la xanthophylle à l'alcool. La solution de chlorophylle, abandonnée à l'évaporation, donne des cristaux dichroïques (verts par réflexion, rouges par transmission) insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'éther, le chloroforme, l'alcool, la benzine, etc.

*Forme des corps chlorophylliens.* — La forme que revêtent les corps chlorophylliens est variable. Le plus souvent ce sont des granules répandus en grand nombre dans la cavité des cellules. Ailleurs, ce sont de larges bandes transversales dans chaque cellule (*Conferva zonata*), ou des étoiles à longs rayons (*Zygnema*); ailleurs encore des spirales plus ou moins dentelées sur leurs bords (*Spirogyra*).

L'eau agit rapidement sur les grains de chlorophylle dépourvus d'amidon. Elle les gonfle et fait apparaître dans leur intérieur des vacuoles plus ou moins grandes.

L'acide acétique jaunit les grains de chlorophylle. Cette réaction est quelquefois employée pour rendre plus claires les préparations obscurcies par de grandes quantités de matière verte (1).

**Pigments surnuméraires.** — Dans un grand nombre d'algues, les chromoleucites renferment, outre la chlorophylle, d'autres pigments solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool, assez abondants pour masquer parfois complètement la présence de la chlorophylle. C'est ainsi que dans les Floridées un pigment rose vif (*Phycoérythrine*), dans les Fucacées un pigment brun (*Phycophéine*), dans les Oscillariées un pigment bleu (*Phycocyanine*), dans les Diatomées, un pigment jaune (*Phycoxanthine* ou *diatomine*), altèrent profondément la couleur verte fondamentale.

Notons aussi que, ailleurs (*Neottia*, *Limodorum*, *Orobanche*), des plantes qui paraissent dépourvues de coloration verte, renferment cependant de la chlorophylle, mais en très petite quantité.

**Genèse et développement des corps chlorophylliens..** — Il est facile d'étudier la genèse des corps chlorophylliens dans les

(1) Traitée par l'acide chlorhydrique, la chlorophylle se dédouble en *acide phyllocyanique* soluble dans cet acide, et qui est d'un bleu verdâtre, et en *phylloxanthine*, qui est insoluble et de couleur jaune.

jeunes cellules des feuilles cotylédonaires des Phanérogames. En examinant l'utricule protoplasmatique de ces cellules, on voit qu'elle présente d'abord une grande transparence. Puis apparaissent des taches, qui ne sont autres que les leucites en formation. Toutes ces taches deviennent bientôt des grains arrondis qui forment à la face interne de la cellule comme un mamelonnement irrégulier. Plus tard, en se développant davantage, ces grains se pressent les uns contre les autres et deviennent plus ou moins régulièrement polyédriques. Lorsqu'ils se séparent, on croirait assister à une segmentation du protoplasma. Les leucites ainsi produits se colorent parfois immédiatement en jaune, puis en vert; parfois aussi ils restent un certain temps incolores.

Par suite de l'activité vitale des chloroleucites ainsi formés, on y voit apparaître des grains d'amidon, de l'hypochlorine (1), des globules de graisse, etc. La production d'amidon est même extrêmement générale et paraît être l'une des principales fonctions des chloroleucites.

**Altérations des corps chlorophylliens.** — A l'automne, au moment où les feuilles vont tomber, on les voit perdre leur couleur verte et prendre des teintes jaunes ou brunes. Ces modifications résultent d'altérations profondes des corps chlorophylliens. La chlorophylle se redissout dans le protoplasma qui lui-même se retire dans les parties vivaces de la plante, et il ne reste dans les cellules, comme matière colorante, que des granulations jaunâtres d'une nature indéterminée. La coloration rouge que prennent alors certaines feuilles (vigne-vierge, sumac) provient d'un pigment spécial qui se développe dans le suc cellulaire.

C'est aussi à des altérations des corps chlorophylliens, mais à des altérations qui n'intéressent que la chlorophylle que sont dues les modifications des teintes du feuillage des Conifères, qui

(1) L'*hypochlorine* est une matière huileuse, incolore et cristallisable qui se produit dans les chloroleucites postérieurement à la formation de la chlorophylle. Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, etc. Très sensible à la lumière, c'est un dissolvant énergique de la chlorophylle, et qui par sa composition encore mal connue paraît se rapprocher des corps gras ou résineux (Van Tieghem).

deviennent foncées en hiver, ainsi que les teintes rouges ou jaunes que prennent les fruits de *Solanum pseudocapsicum* et de *Lycium barbarum* à maturité.

### § 9. ALEURONE OU LEUCITES DE RÉSERVE.

L'aleurone rentre dans le groupe des matières albuminoïdes et consiste essentiellement en leucites qui se produisent dans les cellules au moment où elles passent de la vie active à la vie latente. Aussi l'aleurone est-elle très répandue dans l'albumen des graines.

Elle offre alors dans sa configuration générale de grandes variations. Tantôt elle est simplement formée de petits grains arrondis de matière protéique, et c'est ainsi qu'elle se présente dans les graines farineuses (Graminées, Phaséolées, Viciées. Châtaigniers, etc.). Ces grains, qui sont le plus souvent incolores, sont parfois colorés en bleu (*Panax, Cheiranthus annuus*), en rouge brun (*Arachis, Theobroma cacao*), en jaune (*Lupinus*) ou en vert (*Pistacia*).

Tantôt la constitution de l'aleurone devient complexe.

Dans le *Bertholletia excelsa* (noix de Para) par exemple, les grains de matière protéique sont très gros et renferment chacun un *cristalloïde* (1). Dans l'albumen du *Ricinus communis* les grains d'aleurone sont également volumineux et renferment un *cristalloïde* et un *globoïde* (fig. 53). Ces *globoïdes* sont de petites masses arrondies, mamelonnées, non cristallisées, formées de phosphate double de chaux et de magnésie. Enfin, dans l'*Æthusa cynapium*, M. Pfeffer (2) a trouvé des grains d'aleurone renfermant un cristalloïde et un cristal (oxalate de chaux). L'association d'un cristalloïde et d'un cristal parait très rare. Le plus souvent le cristal semble remplacer le cristal-

(1) On appelle *cristalloïdes* des corps qui affectent des formes cristallines (cubes, tétraèdres, octaèdres, rhomboèdres, etc.), et que l'on trouve englobés dans le protoplasma (Pomme de terre) ou dans le noyau (*Lathræa squamaria*) des cellules. Ces corps sont uniquement formés de matière protéique, ainsi qu'on peut s'en assurer par les réactifs; ils peuvent être colorés (en rouge ou violet dans les fruits des *Solanum nigrum* et *americanum*, en bleu dans les pétales de *Viola tricolor*).

(2) Pfeffer, *Jahrbüch. fur Wiss. Botan.*, t. VIII, 1872.

loïde et peut être alors, comme ce dernier, accompagné d'un ou de plusieurs *globoïdes* (*Vitis vinifera*).

Dans tous les grains complexes dont il vient d'être question, la matière protéique est réduite, le cristalloïde mis à part, bien entendu, à une mince couche amorphe qui enveloppe le cristalloïde et le cristal ou les globoïdes (fig. 53).



Fig. 53. — Grains d'aleurone avec globoïdes et cristalloïdes au milieu des gouttelettes huileuses (Graine de ricin examinée dans la glycérine étendue). (Gross, 600.)

**Étude. Réactifs.** — L'eau altérant les grains d'aleurone, lorsqu'on voudra les étudier intacts, on placera les coupes de tissus qui les renferment dans la glycérine ou dans l'huile. D'autre part, comme les cristalloïdes sont colorables, on peut soumettre la préparation à l'un des réactifs colorants que nous avons indiqués. Bien plus, si le tissu renferme de l'amidon, on peut arriver à distinguer très nettement ces diverses productions en traitant successivement la préparation par la fuchsine qui colorera les cristalloïdes en rose, et par l'iode qui colorera les grains d'amidon en bleu.

Si l'on veut isoler les diverses parties composant le grain d'aleurone, on peut procéder comme suit :

1° *Action de l'eau.* — Ce liquide dissout le plus souvent la matière protéique des grains d'aleurone, mais n'attaque jamais les cristalloïdes. On pourra ainsi séparer ces deux parties, et étudier le cristalloïde à loisir. Dans le cas où l'enveloppe protéique ne serait pas soluble dans l'eau (*Cynoglossum off.*) on la dissoudrait au moyen d'une solution de phosphate de soude.

2° *Action des acides.* — Au moyen des acides on peut distinguer les globoïdes des cristaux. L'acide acétique dissout les premiers et est sans action sur les derniers.

Enfin les cristalloïdes se reconnaîtront aux caractères suivants : ils absorbent les matières colorantes; ils se gonflent

rapidement sous l'influence d'une dissolution de potasse ou de soude. Ils se colorent en jaune par l'iode; toutes ces réactions propres aux matières albuminoïdes les distinguent essentiellement des vrais cristaux.

### § 10. AMIDON.

La matière amylacée, à certaines époques de la vie des végétaux, se réunit en quantité plus ou moins considérable en des points déterminés de leurs tissus, et revêt dans l'intérieur des cellules l'apparence de grains dont le volume et la forme varient à l'infini. — Ces grains d'amidon, que l'on retrouve à peu près dans toutes les plantes, abondent principalement dans les tissus qui doivent concourir au développement du végétal. Ils forment une sorte de réserve alimentaire qui sera utilisée au moment du besoin pour servir à la formation de nouveaux éléments. Les grains se détruisent alors molécule à molécule, comme on peut s'en convaincre en suivant leur disparition dans les cotylédons du haricot en germination, sous l'influence de la *diastase* qui se développe à ce moment.

*Structure et composition des grains d'amidon.* — Les grains d'amidon auraient une structure cristalline et seraient formés d'agglomérations de cristalloïdes amylacés (sphéro-cristaux). La manière dont ils se comportent dans la lumière polarisée (voir plus loin) montre qu'il en est bien ainsi.

On paraît aujourd'hui, pour leur composition, se rallier assez généralement à l'opinion émise par Nægeli. D'après cet auteur, le grain d'amidon se compose de deux substances : l'une qui prend une belle coloration bleue par l'iode, c'est la *granulose;* l'autre qui se colore en jaune par le même réactif, et reçoit le nom de *cellulose amylacée.* — On peut mettre en évidence cette structure du grain d'amidon en enlevant la granulose par un procédé quelconque; on obtient alors une sorte de squelette formé par la cellulose amylacée. — Pour séparer la granulose, il suffit de laisser les grains d'amidon macérer pendant quelques heures dans la salive, à une température de 50°, ou encore, d'après Schulze, de les laisser pendant trois ou quatre jours vers 60°, en contact avec une so-

lution concentrée de sel marin additionnée d'acide chlorhydrique. On obtient par ces méthodes un squelette de cellulose amylacée qui ne prend plus aucune coloration bleue par l'iode.

**Développement et accroissement des grains d'amidon.** — Le développement des grains d'amidon se fait, nous l'avons dit, très souvent dans les corps chlorophylliens. Mais dans les tissus où ces corps font défaut, l'amidon ne s'en développe pas moins, et c'est alors à l'intérieur ou à la surface de leucites qu'on les voit apparaître d'abord sous forme de petites masses qui grandissent peu à peu, en même temps que le leucite épuisé par cette production disparait.

A mesure que se développent les grains d'amidon, on y voit apparaître un *hile* et des *stries concentriques* alternativement claires et obscures. Le hile est un point sombre qui répond à l'existence d'un noyau mou, riche en eau. Les stries concentriques résultent de l'inégalité d'hydratation des couches successives dont est formé le grain.

**Forme des grains d'amidon.** — Les grains d'amidon varient de configuration d'une plante à l'autre. — Leurs dimensions, quelquefois très petites, deviennent ailleurs relativement considérables. Le hile est tantôt placé à l'une des extrémités du grain, lorsque le développement s'est fait d'un seul côté par rapport à ce hile; tantôt, au contraire, il est au milieu du grain, lorsque son développement s'est fait également dans tous les sens. Quelles que soient d'ailleurs ces différences, on peut établir d'une manière générale que, dans chaque espèce végétale, les grains ont une forme caractéristique et des dimensions qui ne dépassent pas un certain maximum. Sans vouloir trop insister à cet égard, nous croyons cependant devoir donner quelques indications qui nous paraissent rentrer dans le cadre de notre ouvrage.

Au moyen de la configuration générale des grains d'amidon, on peut établir quelques subdivisions que nous allons rapidement indiquer (1).

(1) On devra tenir compte, dans l'examen des fécules, des débris des enveloppes des graines (son); la forme des cellules qui constituent l'épiderme ou les couches sous-jacentes varie avec les espèces et donne lieu à d'intéressants points de repère. Il nous serait impossible de donner ici

1° **Amidon des céréales.** — *Grains à forme arrondie, lenticulaire* ou *polyédrique ; — zones d'hydratation généralement peu visibles.*

*Amidon de Blé.* — L'amidon de Blé se présente sous la forme de grains lenticulaires de 50 μ de diamètre environ; ils présentent un petit hile ponctiforme, soit en leur milieu, soit à l'une de leurs extrémités. — Les stries sont assez peu apparentes à la surface de ces grains, qui sont toujours accompagnés de nombreux granules beaucoup plus petits (fig. 54, B).

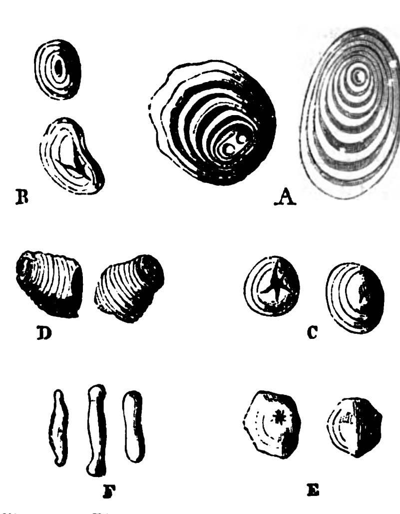



Fig. 54. — Fécules diverses. — A. Fécule de Pomme de terre. — B. Amidon de Blé. — C. Fécule de Lentille. — D. Arrow-Root. — E. Maïs. — F. Fécule de suc d'*Euphorbia lathyris.*

*Amidon de Seigle.* — Grains arrondis, un peu plus gros que ceux du Blé, munis généralement d'un hile crucial ou étoilé (fig. 55, A).

*Amidon d'Orge.* — Grains de même volume que ceux du Seigle, mais à bords irréguliers; — hile à trois ou quatre rayons.

*Amidon d'Avoine.* — Grains polyédriques, de très petit diamètre, et réunis en masses arrondies, ovales ou elliptiques, qui ressemblent à des globules portant un réseau polyédrique sur leur surface (Planchon, *loc. cit.*).

*Amidon de Riz.* — Grains polyédriques, très petits, agglomérés. Présentant quelquefois un hile central. — *Sans action sur la lumière polarisée* (fig. 55, B).

*Amidon de Maïs.* — Grains polyédriques à face hexagonale, avec un hile central étoilé, assez semblables par suite aux grains d'amidon de Riz, mais beaucoup plus gros que ces derniers. Leur diamètre en effet atteint environ 30 μ (fig. 54, E).

2° **Fécule de Pomme de terre.** — Les grains de cette fécule sont très facilement caractérisés par leur forme. Ils sont généralement ovoïdes et comme étirés à l'une de leurs extrémités, qui est plus mince et porte le hile (fig. 54, A).

Ce grain présente des formes assez variées; tantôt assez régulièrement

ces détails; nous rappelons d'ailleurs la méthode générale que l'on doit employer dans tous les examens de cette nature. Elle consiste à comparer les préparations que l'on obtient, avec des préparations d'objets types.

ovoïde, il prend ailleurs une forme à peu près triangulaire. Les zones d'hydratation, toujours très fortement accusées, lui donnent assez bien l'aspect de la surface d'une valve d'huître. Le grand diamètre de ces grains varie entre 0mm, 140 et 0mm, 180.

3° **Fécules des Légumineuses.** — *Forme allongée, quelquefois assez semblable à un rein, hile allongé dans le sens du grand axe du grain* (fig. 55, C). — Les grains des diverses fécules de Légumineuses se ressemblent beaucoup. Le hile, allongé, devient souvent rameux par suite de la dessiccation des grains (fig. 55, C). Les zones d'hydratation sont généralement très nettes. Voici quelques dimensions données par Payen : gros Pois, 50 μ. — Haricot, 63 μ. — Lentille, 67 μ. — Grosse Fève, 75 μ.

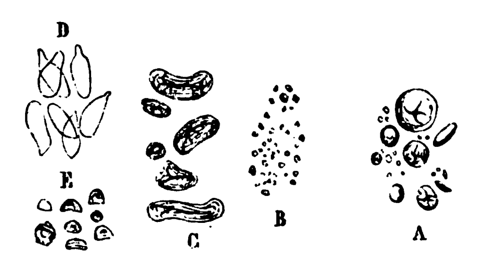



Fig. 55. — Diverses fécules (gross. 100 diam. environ). — A. Amidon de Seigle. — B. Farine de Riz. — C. Fécule des légumineuses. — D. Arrow-root de Travancore. — E. Fécule de tapioka.

4° **Fécules d'arrow-root.** — Ces fécules présentent des caractères distincts suivant leur provenance. L'*arrow-root des Antilles*, produit par le *Maranta arundinacea*, est formé de grains simples, assez semblables à ceux de la Pomme de terre, mais plus petits. Leur diamètre ne dépasse guère 0mm, 140. Le hile est, de plus, généralement placé vers le milieu du grain.

L'*Arrow-root de Malabar* ou de *Travancore*, fécule extraite des racines tubéreuses de divers *Curcuma*, est composée de grains aplatis et de configuration ovale ou allongée. Ces grains sont généralement terminés à leur extrémité par une petite pointe obtuse qui porte le hile ponctiforme; très minces et, par suite, d'une grande transparence, on les aperçoit parfaitement les uns à travers les autres (fig. 55, D).

5° **Fécules de sagou.** — Ces fécules, extraites de divers Palmiers des genres *Metroxylon* et *Raphia*, subissent, avant d'être livrées au commerce, des préparations qui modifient les caractères des grains qui les composent.

Le *sagou en granules*, qui n'a pas subi l'action du feu, est formé de grains ovales, obtus, longs de 5 à 7 centièmes de millimètre. Le hile est situé à l'extrémité la moins large du grain, l'extrémité opposée porte de petites excroissances qui se détachent souvent en laissant à leur place des parties tronquées carrément ou même une impression en creux (Planchon, *loc. cit.*).

Le *sagou tapioca*, qui a subi une température de 60° à 90° dans sa préparation, se distingue du précédent par la dilatation considérable du hile.

6° **Fécules de Manihot.** — On en distingue également de deux sortes :

La *moussache* ou *amidon de Cassave*, qui n'a pas subi l'action du feu, offre des grains généralement séparés, bien qu'originairement groupés par trois ou quatre. Ils ont en effet une partie convexe-arrondie, et, du côté opposé, soit une surface plane tronquant carrément le grain, soit une surface polygonale à trois ou quatre faces. La portion convexe porte à son extrémité un hile ponctiforme ou étoilé. Les zones d'hydratation sont peu visibles sur ces grains, qui mesurent de 2 à 5 centièmes de millimètre (Planchon, *loc cit.*).

Le *tapioka* ou fécule de Manihot traité par la chaleur est formé de grains à hile considérablement dilaté, et à téguments gonflés et plissés (fig. 51, E).

**Étude des grains d'amidon.** — L'examen des grains d'amidon est des plus simples : s'il s'agit de les rechercher dans un tissu, on fait une coupe mince à travers ce tissu, et on monte la préparation dans la glycérine ou dans l'eau.

Pour l'examen des fécules et des farines, on prélève sur la substance à étudier de petites quantités que l'on délaye dans l'eau froide, et l'on en fait des préparations que l'on soumet à l'observation. La forme des grains, la situation de leur hile, leur diamètre, sont autant de caractères qui servent à les distinguer. Il est bon toutefois, lorsqu'on veut se livrer à un examen sérieux de fécules, *d'avoir à sa disposition des types bien déterminés*, avec lesquels on se guidera plus sûrement dans les recherches.

Les grains d'amidon présentent quelques réactions qu'il est bon de mettre en pratique.

1° Les grains d'amidon sont colorés en bleu par l'*iode*. Pour obtenir une bonne réaction, il faut employer des solutions iodées peu concentrées, sans quoi les grains prennent une teinte très foncée qui est gênante pour l'observation.

2° *Action de la chaleur.* — Si l'on vient à chauffer vers 55° l'eau dans laquelle on a délayé de l'amidon, les grains se gonflent rapidement, mais cette réaction n'appartient qu'aux grains volumineux. Pour gonfler les petits grains, il faut chauffer jusqu'à 65° environ (Nægeli). Si la température s'élève encore davantage, les grains finissent par éclater, et paraissent s'exfolier.

3° *Action des alcalis.* — Une dissolution étendue de potasse

ou de soude agit sur les grains d'amidon, de la même manière que l'eau chaude.

M. Donny a fondé sur cette réaction un procédé très sensible pour reconnaître un mélange de farine de Blé et de fécule de Pomme de terre. Une dissolution faible de potasse (1,5 p.100) n'agissant que sur les gros grains de la fécule, ceux-ci prendront un énorme développement si on met la farine suspecte en contact avec ce réactif, tandis que les grains d'amidon de Blé seront à peine modifiés.

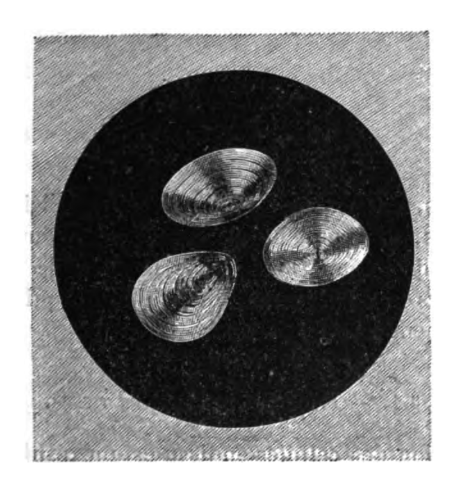


Fig. 56. — Fécule de Pomme de terre vue à la lumière polarisée.

La dissolution iodée de chlorure de platine et l'oxyde de cuivre ammoniacal agissent sur les grains d'amidon comme les précédents réactifs.

4° *Lumière polarisée.* — L'usage de la lumière polarisée permet de retrouver le hile, lorsqu'il n'est point apparent à la lumière ordinaire. En effet, chaque grain d'amidon donne une croix avec les nicols croisés, et le point de croisement des deux bras de la croix correspond au noyau (fig. 56). Rappelons encore que les grains d'amidon de *Riz,* ceux du *Sparganium ramosum* et en général tous ceux qui ont un diamètre inférieur à $0^{mm},007$, sont sans action sur la lumière polarisée. Toutefois ils sont colorés en bleu par l'iode.

# CHAPITRE III

---

ART. 1.

## Tissus.

Les cellules, que nous avons étudiées jusqu'ici à l'état d'éléments isolés, se groupent le plus souvent pour former des assemblages que l'on désigne sous le nom de *tissus*. Elles affectent alors entre elles certains rapports qui méritent de fixer un moment notre attention.

### § 1. — UNION DES CELLULES EN TISSUS.

Tantôt l'union des cellules en tissu est un résultat direct de leur mode de formation, tantôt au contraire elle n'est qu'un phénomène secondaire plus ou moins indépendant de la naissance des cellules.

*Premier cas.* — Au premier cas se rattachent les tissus qui résultent de cellules formées par division. C'est ainsi que la plupart des jeunes tissus des plantes élevées en organisation se forment directement par cloisonnements ou divisions de cellules mères spéciales en cellules filles, capables elles-mêmes de se diviser à leur tour (*méristèmes*). Certaines Algues pluricellulaires qu'on peut regarder comme des tissus ayant une vie propre et indépendante se forment également par division. Tel est *Spirogyra orthospira* dont chaque cellule, en se cloisonnant, donne lieu à deux nouvelles cellules qui restent unies et forment dès lors partie du tissu de l'Algue. Or si l'on examine

les cloisons séparatrices qui se forment ainsi, on constate qu'elles sont simples et qu'au moins pendant un certain temps la paroi qui sépare deux cavités cellulaires voisines est *commune* à ces deux cellules.

*Deuxième cas.* — L'union des cellules en tissu peut être regardée comme *secondaire,* lorsque ces cellules naissent individuellement et ne s'unissent que plus tard. Ainsi dans la formation de l'albumen de la plupart des Phanérogames (fig. 21) on peut voir que les jeunes cellules constituées par une masse protoplasmatique et un noyau sont tout d'abord écartées les unes des autres. Ce n'est que plus tard qu'elles se rapprochent et finissent par se toucher. Ici d'ailleurs, comme dans le premier cas, la cloison séparatrice de deux cavités cellulaires voisines est simple, au moins dans le principe; c'est une lamelle de cellulose sécrétée à la fois par les deux masses protoplasmatiques, et dont on ne peut constater la présence au moyen du chlorure de zinc iodé que lorsque les couches extérieures du protoplasma des deux cellules se sont appliquées l'une sur l'autre. Il y a donc là *soudure* de deux cellules primitivement distinctes. On peut encore très facilement se rendre compte de cette union secondaire des cellules en tissu, par l'étude du *Pediastrum granulatum* (fig. 57), petite Algue que l'on rencontre parmi les enduits verdâtres qui recouvrent les corps submergés dans les eaux stagnantes. En suivant le développement de cette Algue, on peut voir chacune des cellules qui la composent, jouant le rôle de cellule mère, produire par genèse de 16 à 32 cellules filles qui, d'abord séparées, se soudent et reproduisent une Algue semblable.

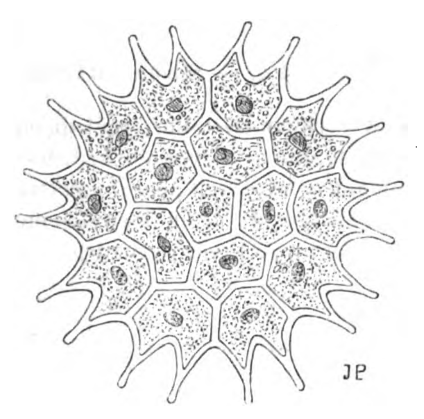



Fig. 57. — *Pediastrum granulatum.* Diam. 0mm,080 (d'après Pelletan).

On peut donc établir que, quel que soit le mode de formation

d'un tissu, les cloisons des cellules qui le composent sont simples au moins dans le principe. Mais par suite du développement les parois cellulaires se modifient plus ou moins profondément, et, si l'on examine un tissu âgé, l'aspect des cloisons cellulaires est bien différent. Chaque cellule en effet paraît avoir une paroi propre plus ou moins épaisse et séparée de la paroi voisine par une cloison qui a reçu le nom de *lamelle moyenne*. Cette lamelle moyenne se voit en *a* dans la figure 58. Elle est mince, et c'est ainsi également qu'elle se présente dans les tissus lignifiés; ailleurs au contraire elle est molle, facile à gonfler, comme gélatineuse (Fucacées, albumen du *Ceratonia siliqua*). Elle forme alors comme une sorte de *matière intercellulaire* au milieu de laquelle les cellules semblent s'être creusé leur cavité. De là l'opinion longtemps admise, d'après laquelle les cellules seraient plongées dans une matière intercellulaire plus ou moins indépendante de leurs parois.

### § 2. — DÉDOUBLEMENT DES CLOISONS PRIMITIVES

A l'origine les tissus, quel qu'en soit le mode de formation, sont continus; mais plus tard, les éléments qui les composent venant à se développer inégalement, leurs parois communes se dédoublent: de là des vides entre les cellules; le tissu, de compact qu'il était, devient plus ou moins lacuneux.

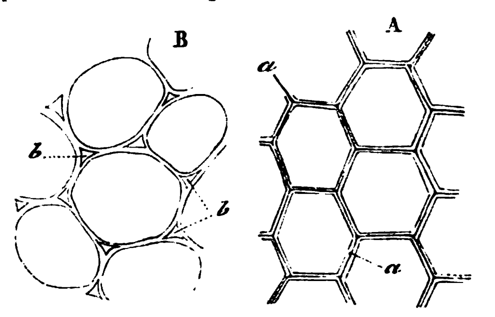



Fig. 58. — B. Tissu à cellules arrondies. *b,b*. Espaces intercellulaires. — A. Tissu à cellules polyédriques. *a,a*. Lamelle moyenne.

Les vides ainsi formés sont quelquefois très peu volumineux; ils apparaissent alors dès l'origine de la différenciation du

tissu et s'étendent le plus souvent entre les angles arrondis des cellules qui restent unies par la plus grande partie de leur surface (fig. 58, B). Ils forment ce que l'on appelle des *interstices* ou *méats cellulaires* et constituent de petits canalicules anguleux dont le nombre des faces répond au nombre des cellules qui les bordent (*b*, *b*).

Si les parois cellulaires ainsi dédoublées s'accroissent de manière à s'écarter des parois voisines, le méat grandit et la cavité qui en résulte peut acquérir un développement considérable. C'est ainsi que se produisent les cavités aérifères et les *lacunes* que nous allons étudier.

### Art. 2.

## Cavités intercellulaires.

**Mode opératoire.** — Pour étudier les cavités développées dans les tissus, on aura tout avantage à opérer sur des parties de plantes durcies dans l'alcool.

Les coupes minces sont en effet très difficiles à obtenir sur des sujets frais. On pourrait encore plonger le tissu à diviser dans la paraffine, de manière à en remplir tous les vides; on se débarrasserait de la paraffine comme nous l'avons indiqué page 41. Enfin, on devra se mettre en garde contre la présence de l'air qui remplit souvent les cavités, et dont on a beaucoup de peine à se débarrasser lorsqu'on monte les préparations. Les coupes seront faites transversalement et longitudinalement par rapport à l'axe de la cavité.

Pour les sujets les plus propres aux observations, nous renvoyons aux nombreux exemples que nous signalons plus loin dans chaque cas particulier.

Les cavités se forment de deux manières différentes : ou par *dissociation* des cellules, ou par *dilacération* des masses cellulaires. On réserve en général le nom de *canaux* aux premières; les secondes sont dites *lacunes*. Ces formations sont destinées soit à transporter l'air à travers les tissus, soit à servir de réservoir à divers produits de sécrétion. Nous étudierons d'abord les cavités aérifères.

§ 3. — CANAUX AÉRIFÈRES.

**Étude.** — Les canaux aérifères peuvent prendre naissance de deux manières différentes.

1° Dans le premier cas, ils sont dus au développement irrégulier de la surface des parois des cellules. Les points de contact entre celles-ci deviennent alors moins nombreux et les vides qui se forment donnent au tissu une consistance spongieuse. Les cellules dans ces tissus sont par conséquent fort irrégulières.

**Sujets d'étude.** — Tels sont les tissus spongieux des tiges des *Juncus effusus* (fig. 32), *glomeratus*, etc., où les canaux sont circonscrits par les bras de cellules étoilées. Le tissu lacuneux de la face inférieure de la plupart des feuilles des Dicotylédonées est produit de la même manière, et circonscrit par les prolongements de cellules irrégulièrement développées.

2° Les canaux aérifères si développés dans la plupart des plantes aquatiques se forment d'une autre manière. Ils résultent d'un dédoublement des parois des très jeunes cellules, suivi d'un accroissement rapide des méats ainsi formés, accroissement qui devient tellement considérable que le parenchyme est réduit à de minces lamelles formées le plus souvent d'une seule assise de cellules, qui circonscrivent de grands canaux remplis d'air.

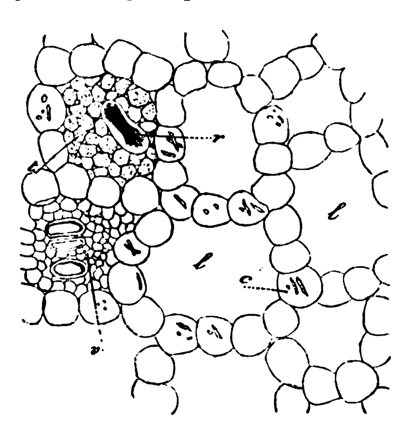



Fig. 59. — Portion de coupe transversale du pétiole de *Calla palustris*. — *r*. Cellule à *raphides* dans un tissu lacuneux *t*, à petites cellules, remplissant une des plus grandes lacunes du pétiole. — *l*. Lacunes. — *c*. Cellule à cristaux. — *v*. Faisceau vasculaire comblant une lacune.

**Sujets d'étude.** — A cette catégorie de canaux peuvent se rattacher ceux des tiges, racines et feuilles d'un grand nombre de plantes aquatiques et de marais : *Marsiléacées*, *Salviniées*, feuilles des *Isoetes* ; *Potamogeton*, *Hydrocharidées*, *Alismacées*, *Pontederia*, *Aroïdées* (*Calla*), *Lemna*, *Hippuris*, *Trapa*, *Hottonia*, *Elatine*, *Utricularia*, *Menyanthées*, *Nymphéacées*, *Nelumbium*, etc.

Dans la figure 59, qui représente en coupe transversale une portion du

tissu du pétiole de *Calla palustris* on peut aisément se rendre compte du mode de formation de ces cavités aérifères. Les cellules dissociées, mais à parois régulières, arrondies, circonscrivent de grandes cavités, *l*,*l*, dont le nombre et les dimensions sont tellement considérables, que le tissu cellulaire est réduit à l'état de lamelles formées chacune d'une seule assise de cellules. La forme des canaux aérifères est ici arrondie irrégulièrement ou polyédrique sur la coupe transversale. Sur les coupes longitudinales on observerait que les cavités aérifères sont allongées et s'étendent sans discontinuité dans toute l'étendue du pétiole. Toutefois certains de ces canaux sont comblés, comme le montre la figure en *t* et en *v*. En *v* c'est un faisceau fibro-vasculaire ; en *t* se trouve un tissu de petites cellules remplies de chlorophylle et qui laissent entre elles de nombreux interstices à section triangulaire, remplis d'air. Dans ce tissu se rencontrent fréquemment des cellules à raphides. Ce tissu, qui vient ainsi combler certaines lacunes, et qu'on retrouve presque constamment à côté des faisceaux vasculaires, forme de faux diaphragmes qui s'étendent sur une grande longueur.

Dans les canaux aérifères du pétiole des Nymphéacées on trouve également de semblables *pseudodiaphragmes* qui se forment de la manière suivante : quelques cellules des lamelles du parenchyme s'avancent dans le canal voisin, et prennent la forme d'outres qui se ramifient, puis se cloisonnent et donnent ainsi naissance à de nombreuses cellules rameuses. Il en résulte un tissu lacuneux lâche qui obstrue plus ou moins le canal aérifère.

Les canaux aérifères des Nymphéacées sont encore remarquables à

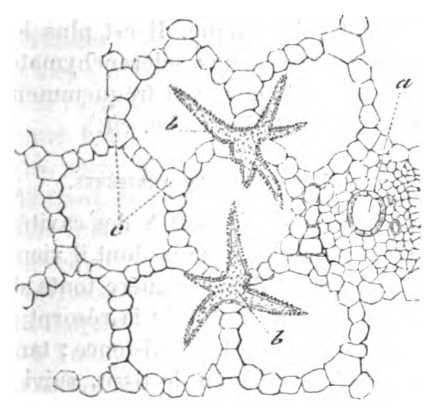



Fig. 60. — Coupe transversale du pétiole de *Nymphæa alba*. — *a*. Lacune dans le faisceau fibro-vasculaire. — *b*,*b*. Poils intérieurs. — *c*. Cellules d'angle.

divers points de vue. Dans la portion de pétiole du *Nymphæa alba*, dont nous reproduisons (fig. 60) la coupe tranversale, on peut remarquer, comme précédemment, que le tissu est réduit à des lamelles de cellules qui circonscrivent de larges cavités polyédriques. De plus, aux angles de ces cavités, les cellules qui les limitent se font remarquer par leur déve-

loppement particulier. Ces cellules, en effet, plus grandes que toutes les autres, sont polyédriques, à coupe généralement hexagonale, dont trois faces correspondent chacune à une cavité, tandis que les trois autres faces s'unissent chacune à l'une des lamelles du tissu.

*Poils internes.* — Les cellules d'angle deviennent souvent le point de départ de formations curieuses. Ce sont des sortes de poils que l'on rencontre d'ailleurs, d'une manière générale, dans les tiges à larges canaux aériens dépourvues de diaphragme. Ils en forment comme la partie squelettique. Les *Pilularia, Rhizophora, Limnanthemum*, etc., en renferment. Dans le *Nymphæa alba* (fig. 60, *b*) ce sont des cellules étoilées, à branches pointues, munies d'épaisses parois mamelonnées. Chaque cellule envoie des branches dans trois ou quatre canaux voisins, branches qui se ramifient une ou deux fois. Les formations analogues des *Limnanthemum* se distinguent de celles des Nymphéacées en ce que leurs parois sont complètement lisses. Enfin dans diverses Aroïdées, *Pothos*, *Heteropsis, Monstera* (Van Tieghem), on trouve également des poils d'une forme particulière. Toutes ces formations ont été désignées du nom de poils. Il y a là une erreur, car un poil est une formation essentiellement épidermique. Il est plus logique de les considérer comme des éléments sclérenchymateux du même ordre que ceux auxquels donne si fréquemment lieu le tissu fondamental des tiges. (De Bary, *loc. cit.*)

### § 4. — LACUNES AÉRIFÈRES.

On a réservé le nom de *lacunes* à des cavités destinées au passage de l'air, comme les canaux dont il vient d'être question, mais qui se forment d'une manière toute différente. Les lacunes résultent, en effet, tantôt de la résorption d'éléments du tissu arrivés au terme de leur existence ; tantôt d'un arrêt de développement d'une portion de tissu, suivi d'une dilacération amenée par les tractions qu'opère le tissu voisin en se développant.

**Sujets d'étude.** — C'est ainsi que se forment les lacunes des feuilles des tiges et des racines de la plupart des Cypéracées et des Graminées, celles des feuilles des *Sparganium*, *Typha*, *Iris pseudo-acorus*, etc. Les lacunes axiles de la tige des *Equisetum*, celles des tiges dites fistuleuses des Ombellifères, des Composées, des Labiées, celles des feuilles et des



pétioles des *Allium*, *Asphodelus*, etc., reconnaissent une même origine. Ces divers exemples montrent combien sont répandues ces sortes de cavités. La coupe transversale d'un entre-nœud développé d'*Equisetum palustre* que nous reproduisons (fig. 61) montre un exemple curieux de formation d'une de ces lacunes par destruction de tissu. On voit encore en *r* et *t* la coupe de quelques vaisseaux, débris d'un faisceau en partie détruit. Cette destruction de tissu se répétant pour chaque faisceau détermine la formation d'une série de lacunes qui correspondent chacune à l'une des cannelures de la tige.

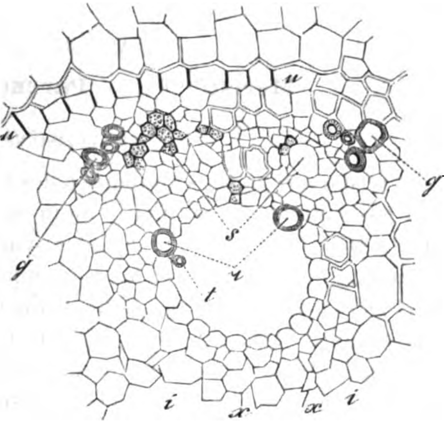



Fig. 61. — Coupe transversale d'un faisceau de la tige de l'*Equisetum palustre*.

Les canaux et les lacunes qui se forment dans la masse des tissus ne servent pas toujours au transport de l'air. Il peut arriver que certaines cellules du tissu, venant à se spécialiser, deviennent le siège d'une sécrétion dont les produits se déversent dans les cavités voisines qui jouent alors le rôle de réservoirs. Comme pour les cavités aérifères, il faut ici établir une distinction entre les cavités qui résultent d'une simple dissociation de tissu, ce sont les *canaux résineux*, et celles qui succèdent à une dilacération accompagnée généralement de résorption des cellules sécrétantes; ce sont les *réservoirs lacuneux*. Nous retrouverons ces deux formes en étudiant les organes glandulaires.

En passant à l'étude des divers tissus nous aurons soin de nous en tenir à l'étude des variétés énumérées plus haut en tant que structure histologique. Nous les examinerons ensuite dans leur arrangement à l'état d'*appareils*. C'est ainsi qu'après avoir étudié le *tissu sécréteur* nous consacrerons un chapitre aux *appareils de sécrétion*, qu'après avoir examiné les tissus *épidermique*, *subéreux*, etc., nous étudierons les *appareils tégumentaires*, etc. Nous passerons en revue les tissus dans l'ordre dé-

croissant de la vitalité de leurs éléments, et nous commencerons par les méristèmes, c'est-à-dire par les plus actifs et les plus jeunes.

ART. 3.

## Méristèmes. — Parenchymes.

### § 5. — *a.* MÉRISTÈMES.

Le terme *méristème* s'applique à des tissus dont les éléments sont susceptibles de se diviser pour engendrer de nouveaux tissus. *Méristème* est donc le synonyme de tissu générateur. On distingue généralement les méristèmes en *méristème primitif* et *méristème secondaire*. Cette distinction est utile; le méristème primitif étant celui qui précède toute formation, tandis que le méristème secondaire est un tissu générateur qui prend naissance ultérieurement dans un tissu et engendre des formations secondaires.

Le méristème, chez la grande majorité des Cryptogames, résulte du cloisonnement d'une seule cellule-mère; c'est-à-dire que la cellule-mère se cloisonne et donne lieu à deux cellules filles dont l'une s'accroît pour atteindre la taille de la précédente cellule mère, tandis que l'autre cellule fille reste comme un segment qui bientôt entre en segmentation.

Chez quelques Cryptogames et chez toutes les Phanérogames le méristème dérive d'un groupe de cellules mères.

**Sujets d'étude.** — Pour l'étude des méristèmes on prendra de préférence, en débutant, les algues filamenteuses qui en grand nombre doivent au simple cloisonnement transversal d'une cellule-mère la rangée linéaire de cellules dont elles sont composées. Un cas un peu plus compliqué sera offert par le thalle de *Dictyota dichotoma* dans lequel le segment inférieur résultant de la division transversale de la cellule-mère se divise en un certain nombre de cellules plus petites par des cloisons longitudinales, les unes tangentielles, les autres rayonnantes, suivies de nouvelles cloisons transversales.

Chez les *Prêles*, on assistera à un mode de cloisonnement encore plus compliqué, la cellule-mère du méristème ayant la forme d'une pyramide triangulaire et produisant, par des cloisons obliques successivement parallèles à ses trois faces planes, trois séries de segments superposés. Ces segments se divisent à leur tour par des cloisons parallèles et perpendiculaires aux faces principales en petites cellules qui constituent le méristème.

Quant aux méristèmes formés non plus par une seule cellule-mère,

mais par un groupe de cellules-mères, nous aurons à y revenir lorsque nous décrirons le mode de développement en longueur des tiges et des racines. Ce sont les *points végétatifs* de ces organes qui serviront de sujets d'étude.

§ 6. — *b*. PARENCHYMES.

On donne le nom de *parenchyme* aux tissus de cellules vivantes qui ne fonctionnent point comme tissus sécréteurs ou comme tissus tégumentaires. La forme des cellules qui composent les parenchymes peut varier dans les limites étendues que nous avons indiquées à propos de l'étude de la paroi cellulaire. De là des variétés de parenchymes très nombreuses, mais que l'on peut cependant ramener à quelques types.

1° *Parenchymes à parois minces*. — Ces parenchymes sont formés de cellules, ovoïdes, sphériques, polygonales, cylindriques, etc., dont les parois ne sont point épaissies et restent délicates. Le protoplasma est généralement abondant.

**Sujets d'étude**. — Tels sont : les *parenchymes verts* chargés de chlorophylle qu'on rencontre dans les feuilles, les tiges vertes, etc.; les tissus mous qui forment la moelle si abondante dans certaines tiges.

2° *Parenchymes à parois épaisses*. — Parfois, les cellules du parenchyme épaississent leurs parois, en même temps que leur contenu protoplasmatique devient moins abondant, d'où deux variétés :

*a*. *Collenchyme*. — Le *collenchyme* est un tissu formé de cellules prismatiques courtes ou longues, dans lesquelles l'épaississement des parois se localise aux arêtes, là où plusieurs cellules viennent à se toucher (fig. 62). Ce tissu revêt sur les coupes transversales un aspect très particulier, comparable un peu à un damier, dans lequel des losanges

Fig. 62. — Collenchyme, d'après Sachs, — *e*. Cellules de l'épiderme. — *c*. Cuticule. — *d*. Cavité des cellules du collenchyme. — *v*. Épaississements. — *ch*. Grains de chlorophylle.

brillants et réfringents ($v$) alternent à peu près régulièrement avec des espaces plus sombres ($d$). Les losanges représentent la coupe des épaississements, les espaces sombres les cavités des cellules.

**Sujets d'étude.** — Le collenchyme se rencontre très fréquemment dans les tiges des Dicotylédones. Il est très développé dans les pétioles des feuilles des *Begonia*, dans les tiges de l'*Acanthus spinosus*, du *Rhus coriaria*, etc.

*b. Parenchyme scléreux.* — Lorsque l'épaississement gagne toute l'étendue des parois des cellules, le parenchyme est dit *scléreux*. Ces cellules sont parfaitement vivantes, malgré l'épaississement de leur paroi, et c'est ce qui distingue le parenchyme scléreux du *sclérenchyme* dont il sera question plus loin, et auquel il passe du reste par de nombreux intermédiaires.

**Sujets d'étude.** — Le parenchyme scléreux est abondant dans le bois secondaire des tiges et des racines des Dicotylédones, dans les frondes et les rhizomes des Fougères, etc.

### Art. 4.

## Tissus épidermiques.

### § 7. — ÉPIDERME.

L'épiderme est un tissu qui siége à la surface des divers organes des végétaux, où il joue le rôle d'un revêtement protecteur. Il possède des caractères bien définis, et se distingue encore par la présence, au milieu de ses éléments, de formations qui en sont des dérivés directs (stomates et poils) et qu'on ne trouve dans aucun autre tissu.

**Étude.** — Pour étudier l'épiderme il est nécessaire d'avoir recours à des coupes en même temps qu'à l'examen en surface. Les coupes comprendront l'épiderme ainsi qu'une partie des tissus sous-jacents, et seront dirigées normalement à la surface épidermique; pour l'examen en surface, on prépare des lambeaux d'épiderme que l'on soulève avec des pinces fines pour les séparer de l'organe qu'ils recouvrent. Cette opération s'exécute très aisément sur certains épidermes (face in-

férieure des feuilles des Fougères; pétales, tiges vertes et feuilles des Liliacées, Iridées, etc.); mais dans d'autres cas l'adhérence prononcée de l'épiderme aux tissus sous-jacents devient un obstacle souvent difficile à vaincre. Or il ne faut pas oublier que l'examen en surface d'un épiderme ne peut se faire avec fruit que si l'on est en possession de lambeaux assez étendus et parfaitement débarrassés de tout tissu étranger. Le tissu sous-épidermique, étant en général rempli de chlorophylle, s'opposerait à une bonne observation. Pour obvier à l'adhérence de l'épiderme aux tissus sous-jacents, il suffit le plus souvent de laisser macérer pendant quelques heures dans l'eau pure ou additionnée de quelques gouttes de lessive alcaline la partie de plante que recouvre l'épiderme à étudier. Bientôt cet épiderme se soulève et il devient alors facile d'en faire de bonnes préparations.

Dans tous les cas, lorsqu'on veut soulever un lambeau d'épiderme, on a tout avantage à procéder de la manière suivante : on commence par enfoncer une aiguille plate tangentiellement à l'organe et aussi près que possible de la surface épidermique. Cela fait, on retire l'aiguille et on introduit à sa place l'un des mors d'une pince fine. Il suffit alors le plus souvent de légères tractions avec la pince pour obtenir des lambeaux très propres à l'observation.

L'épiderme manque à la surface de certains végétaux, chez les Cryptogames cellulaires par exemple. Ailleurs, ses caractères deviennent tellement semblables à ceux du parenchyme sous-jacent (plantes submergées) qu'on en a longtemps nié l'existence. Quoi qu'il en soit, l'épiderme est une formation d'une existence très générale et qui possède des caractères très particuliers.

Pour qu'une étude de l'épiderme soit complète, elle doit comprendre l'examen de la forme des cellules qui le composent, de leur mode de groupement, de leur contenu, de leurs réactions, l'étude enfin des stomates et des poils que l'on y peut rencontrer.

1° *Forme des cellules épidermiques*. — Au moyen des coupes menées perpendiculairement à la surface des épidermes, on constate que les cellules qui les composent présentent géné-

ralement une épaisseur très faible en comparaison de l'étendue de leur surface.

C'est qu'en effet ces cellules affectent généralement la forme dite *tabulaire*.

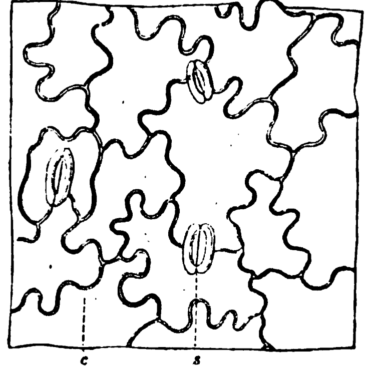



Fig. 63. — Lambeau d'épiderme d'une feuille de Garance. — *s*. Stomates. — *c*. Cellules épidermiques.

Leurs contours présentent de nombreuses variations; parfois géométriques, ils sont ailleurs irréguliers, dentelés, ou sinueux, comme le montrent les épidermes de beaucoup de pétales et de feuilles (fig. 63). — D'une manière générale, on peut dire que la forme des cellules épidermiques est en relation avec le mode d'accroissement des organes qu'elles recouvrent. Sur les parties des plantes dont le développement s'opère dans tous les sens à peu près également, comme les feuilles de la plupart des Dicotylédonées, on rencontre des cellules épidermiques à large surface, à contours généralement sinueux, semblablement aussi à ce qui se passe pour l'épiderme des frondes des Fougères. Ajoutons encore que, sur une même feuille, les cellules de l'épiderme inférieur sont souvent très différentes des cellules de l'épiderme supérieur.

Dans la plupart des feuilles des Monocotylédonées, ainsi qu'à la surface des tiges vertes, qui offrent un grand développement dans le sens de la longueur, les cellules épidermiques prennent généralement une forme correspondante. Leurs contours se présentent sous l'aspect de rectangles ou de losanges allongés dans le sens de l'axe des parties de la plante qu'elles recouvrent (fig. 64).

3° *Mode de groupement des cellules épidermiques.* — Qu'elles soient à contours réguliers géométriques ou à contours sinueux, les cellules épidermiques se groupent toujours de façon à se souder intimement, s'accolant les unes aux autres ou

s'engrenant, si bien que l'épiderme qui en résulte est une membrane continue. D'autre part, dans le plus grand nombre des cas, l'épiderme consiste en une seule assise de cellules. Il arrive cependant dans certains végétaux que, des cloisons tangentielles venant à se produire dans les cellules épidermiques, on trouve une ou deux assises nouvelles ou couches de renforcement qui s'interposent entre l'épiderme externe et les tissus sous-jacents. On trouve des exemples de ces épidermes à plusieurs assises de cellules sur les feuilles des *Ficus*, des *Begonia*, sur les tiges et les feuilles d'un grand nombre de Pipéracées.

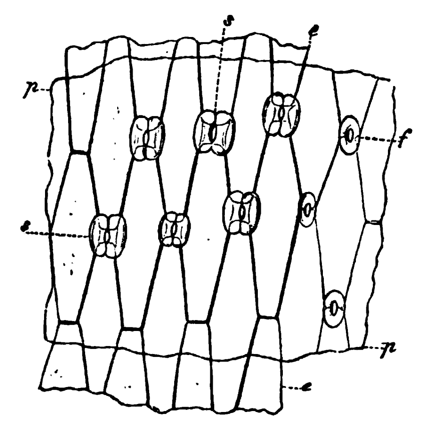



Fig. 64. — Lambeau d'épiderme pris sur une feuille d'*Iris germanica*. —*p,p*. Cuticule. — *c,c*. Cellules épidermiques. — *s,s*. Stomates.

4° *Contenu des cellules épidermiques.* — Les cellules de l'épiderme sont, à l'état jeune, remplies par le protoplasma au milieu duquel se trouve un noyau généralement volumineux. Plus tard, les cellules prenant un grand développement, le protoplasma ne forme plus qu'une mince couche à la face interne de la paroi cellulaire ; le noyau occupe généralement alors le centre de la cellule, où il est facile de l'apercevoir. Souvent enfin on ne trouve plus dans les cellules épidermiques que le suc cellulaire, diversement coloré dans certains cas.

Rappelons, à ce sujet, que la coloration des parties vertes des végétaux est indépendante de l'épiderme, qui ne renferme généralement pas de chlorophylle. Il n'y a d'exception à cette règle que pour les plantes submergées (Hydrillées, Cératophyllum) et la plupart des Fougères, qui présentent des grains de chlorophylle dans leurs cellules épidermiques.

Comme conséquence de l'absence de chlorophylle, notons également l'absence d'amidon dans ces éléments.

§ 8. — CUTICULE.

A la surface de l'épiderme on observe une pellicule très mince, isolée pour la première fois par M. Brongniart. Cette pellicule, qui a reçu le nom de *cuticule*, recouvre la membrane externe des cellules et peut être détachée soit par macération (feuilles du chou), soit simplement avec l'aiguille (fleurs intérieures des figues).

L'épaisseur de la cuticule est peu considérable. Le plus souvent elle ne forme qu'un mince revêtement immédiatement appliqué sur la paroi des cellules. C'est une modification spéciale de la membrane cellulaire qui s'est transformée en une substance nouvelle, la *Cutine*, qui présente des réactions différentes de celles de la cellulose. Fréquemment, entre la cuticule et la membrane cellulosique il existe des couches intermédiaires de cellulose imprégnée de cutine. Ces couches dites *cuticulaires* peuvent atteindre une assez grande épaisseur; lorsqu'elles ont été débarrassées de la cutine qu'elles renferment, elles donnent les réactions de la cellulose.

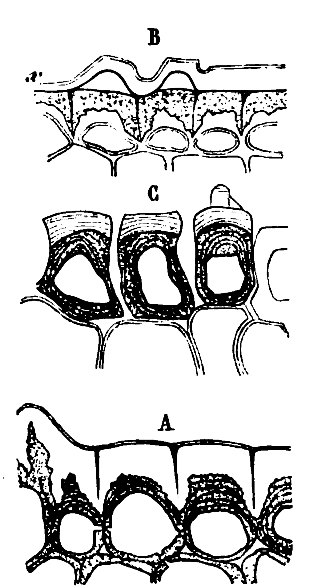


Fig. 65. — Coupe sur l'épiderme de la feuille de l'*Aloe verrucosa*, action des réactifs (de Bary) ; voir l'explication dans le texte.

La *Cutine* fixe énergiquement les couleurs d'aniline; elle se colore en jaune par l'iode et par le chlorure de zinc iodé, elle est insoluble dans l'eau, l'alcool, la liqueur cupro-ammoniacale, mais se dissout dans la potasse concentrée et bouillante. Cette action de la potasse est reproduite dans la figure 65 ci-contre. En A, les cellules épidermiques sont représentées intactes. En B, par une action peu prolongée de la potasse, on voit que la cuticule s'est en partie soulevée. En C elle a complè-

tement disparu, ne laissant que les couches cuticulaires montrant des strafications très nettes. La cutine de ces couches cuticulaires a également disparu, et on y peut déceler la présence de la cellulose par les réactifs appropriés, ce qu'on ne pouvait faire auparavant.

L'acide sulfurique concentré ne détruit pas la cutine. Vient-on à traiter par cet acide des feuilles de Liliacées, d'Ombellifères, etc., dont les cellules épidermiques sont constituées d'une paroi de cellulose recouverte d'une cuticule; la cellulose est dissoute et il ne reste plus que la cuticule qui se trouve ainsi complètement isolée. Si l'on fait agir le même réactif sur des cellules dont la paroi est cuticularisée dans toute son épaisseur (tiges âgées de *Viscum album*, feuilles aciculaires du *Pinus sylvestris*), on verra que les couches cuticulaires comme la cuticule résistent à l'action de cet acide.

**Sujets d'étude.** — On trouvera des exemples de cuticule mince reposant immédiatement sur la membrane de cellulose, sur les épidermes de beaucoup de Liliacées, d'Ombellifères, d'Orchidées, etc. Il existe au contraire des couches cuticulaires interposées à la membrane de cellulose et à la cuticule sur l'épiderme des feuilles de *Vanilla*, d'*Helleborus fœtidus*, de *Galanthus nivalis*. La zone interne de cellulose est assez épaisse chez *Aloe*, *Agave*, etc Elle est au contraire très mince dans les cellules épidermiques des feuilles de *Hoya carnosa*, des branches de *Viscum album*, de *Rosa*, etc. et semble même faire défaut dans l'épiderme des jeunes tiges de *Selaginella* et dans celui de beaucoup de tiges et de frondes de Fougères.

Ajoutons que la cuticule n'est pas l'apanage exclusif des cellules épidermiques. Elle se trouve encore à la surface de beaucoup de cellules libres (spores, grains de pollen). Elle paraît au contraire manquer sur les surfaces qui ne sont pas exposées à l'air extérieur. Ainsi elle est très peu visible sur les poils des racines, tandis qu'elle atteint souvent une grande épaisseur relative sur les poils des parties qui végètent au-dessus de terre.

Quoi qu'il en soit, lorsqu'elle existe, la cuticule, par suite de variations dans son épaisseur, détermine le plus souvent des saillies, stries, crêtes ou gibbosités à la surface des organes qu'elle recouvre; ces proéminences, quelquefois très développées sur les spores et les grains de pollen où elles s'accompagnent de couches cuticularisées plus ou moins épaisses, sont généralement peu élevées sur les surfaces épidermiques.

ART. 5.

## Tissu subéreux.

Le tissu subéreux (*liège, suber*) est formé de cellules à parois subérifiées dont la forme peut varier, mais qui le plus souvent sont tabulaires, et pressées les unes contre les autres sans laisser entre elles ni lacunes ni méats. Dans le cours de la première année, les cellules subéreuses restent ordinairement vivantes et renferment un protoplasma et un noyau. Plus tard, le contenu s'altère, et la cellule se remplit d'air ou d'un liquide brunâtre.

Le suber s'observe rarement chez les Monocotylédonées et dans les tiges herbacées annuelles des Dicotylédonées. Il se développe principalement à la surface des tiges des Dicotylédonées qui acquièrent un grand développement en épaisseur. Il constitue alors, le plus souvent, une zone composée d'un nombre variable d'assises cellulaires qui enveloppe la tige d'une façon continue. Ailleurs, il prend un tel développement en épaisseur qu'il forme de véritables masses de liège qui augmentent chaque année en épaisseur. C'est ce que l'on observe particulièrement dans les *Quercus suber*, *Quercus occidentalis, Aristolochia biloba, A. cymbifera, Ulmus suberosa, Evonymus europæa,* etc.

**Développement du suber.** — Il résulte des recherches de MM. Mohl, Hanstein, Sanio, etc., que le développement du suber ne se fait pas de la même manière dans tous les végétaux.

A. — Dans les cas les plus rares, les *cellules épidermiques elles-mêmes deviennent le point de départ de la formation du liège*. Nous reproduisons (fig. 66), d'après M. Sanio, des coupes sur le *Sorbus aucuparia* qui montrent clairement ce mode de développement. En A on voit que les quatre cellules épidermiques que comprend la figure ont subi une bipartition tangentielle qui les a divisées en deux assises. A gauche, sur la même figure, deux des cellules de l'assise inférieure sont déjà subdivisées par des cloisons tangentielles en quatre autres cellules *a*,*a* et *b*,*b*.

Les cellules *a,a* restant susceptibles de se diviser constituent un méristème qui a reçu le nom de *phellogène.*

Le phellogène ainsi produit aux dépens des cellules épidermiques va par des divisions successives engendrer au dehors de nouvelles couches de suber. Le liège est donc d'origine secondaire.

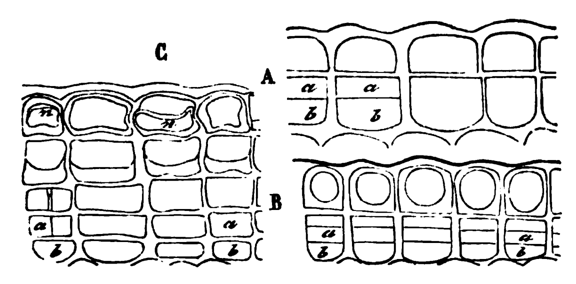



Fig. 66. -- Coupes transversales sur une branche de *Sorbus aucuparia*, d'après Sanio. Développement du liège. (Voir l'explication dans le texte.)

Les cellules *b,b* représentent une première couche de *périderme* ou *écorce secondaire* sur la nature de laquelle nous aurons à revenir plus tard. En B et C on voit que des assises nouvelles de liège se sont produites en dehors de *a;* et en *n,n* on peut voir la couche profonde de la paroi des cellules qui s'est séparée des enveloppes extérieures subérifiées.

B. Le mode de développement que nous venons d'exposer n'est pas, nous l'avons dit, le plus fréquent. Ordinairement en effet l'*épiderme reste étranger à la formation du liège.* L'une des assises du parenchyme sous-jacent à l'épiderme joue alors le rôle de phellogène. Tantôt c'est l'assise immédiatement au contact avec l'épiderme qui se subdivise pour former le suber, tantôt c'est une assise plus ou moins profondément située dans la masse même de ce parenchyme.

Quoi qu'il en soit, le liège se forme presque toujours de dehors en dedans, c'est-à-dire que c'est à la face interne de la couche de suber déjà formée que le phellogène en produit sans cesse de nouvelles. Il y a d'ailleurs sous ce rapport des variations assez nombreuses dans le détail desquelles il ne nous est pas possible d'entrer ici. D'une manière générale, le

liège ne s'épaissit pas indéfiniment, car les couches les plus externes s'exfolient à mesure que de nouvelles se produisent en dedans.

**Sujets d'étude.** — On trouvera des exemples du premier mode de formation du liège aux dépens des cellules épidermiques, dans les *Nerium oleander*, *Viburnum lantana*, *lantanoïdes*, dans la plupart des *Pomacées*, le *Solanum dulcamara*, les diverses espèces de *Salix*, l'*Euphorbia antiquorum*, le *Daphne laureola*, le *Melastoma cymosum*, etc.

Des exemples de production de liège par la rangée sous-épidermique du parenchyme de l'écorce se voient chez *Platanus*, *Acer*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Betula*, etc. Chez *Robinia* et *Cytisus*, c'est la troisième ou la quatrième assise au-dessous de l'épiderme qui se transforme en phellogène, la sixième chez *Ribes nigrum*, etc.

ART. 6.

## Tissu sécréteur.

Le tissu sécréteur est formé de cellules vivantes qui de très bonne heure manifestent le pouvoir de *sécréter*, c'est-à-dire de produire des substances que n'utilise point la plante, telles que huiles essentielles, résines, gommes-résines, gommes, tannin, etc.

Les cellules qui sécrètent se distinguent en général par leurs parois minces, par leur contenu variable avec l'élément examiné et par leur mode de groupement que nous étudierons dans le chapitre que nous consacrons plus loin aux *organes sécréteurs*. Au point de vue de l'origine on trouve de grandes différences dans les tissus sécréteurs. Les uns sont des dépendances de l'épiderme ou de produits épidermiques. Les autres se développent au milieu du parenchyme, soit dans les fleurs, soit dans les feuilles, les tiges ou les racines. Parfois, les cellules sécrétantes restent isolées et constituent des éléments épars, mais le plus souvent elles se groupent en tissus. Tantô alors, ces tissus se localisent, et forment des organes qui peuvent se répéter en grand nombre dans les diverses parties des plantes ; tantôt au contraire leurs éléments se répartissent irrégulièrement au milieu des autres tissus et forment des réseaux plus ou moins compliqués au moyen d'anastomoses et de ramifications.

ART. 7.

## Sclérenchymes. — Prosenchymes.

On donne le nom de *sclérenchyme* aux tissus de cellules mortes dont la paroi est épaissie et lignifiée. Le protoplasma et le noyau ont disparu dans ces cellules et sont remplacés par de l'air ou par un liquide clair tenant en suspension des substances variables, cristaux ou grains d'amidon.

Le terme de sclérenchyme s'applique plus spécialement aux tissus formés d'éléments courts; lorsque les éléments sont allongés en *fibres*, le tissu prend le nom de *prosenchyme*. Quoi qu'il en soit d'ailleurs, fibres ou cellules acquièrent parfois une telle épaisseur que leur cavité devient fort réduite. Ainsi, les cellules *pierreuses* si répandues dans les parties molles d'un



Fig. 67. — Cellules pierreuses prises dans une poire.

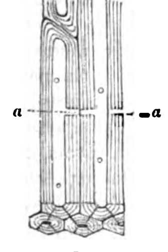



Fig. 68.— Prosenchyme. Coupe longitudinale.



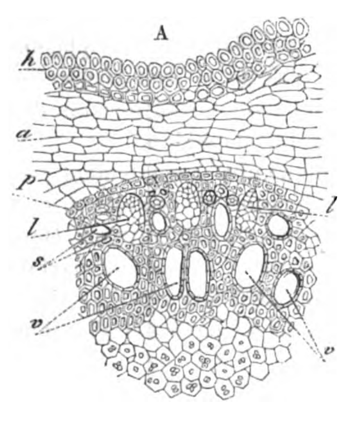
Fig. 69. — Éléments scléreux de la tige du Dattier, coupe transversale.

grand nombre de plantes (fig. 67) ne renferment le plus souvent dans leur étroite cavité qu'un amas rougeâtre.

Les éléments du sclérenchyme et du prosenchyme sont le plus souvent groupés par paquets au milieu des tissus plus mous. Ces paquets, lorsqu'ils sont formés de fibres, prennent plus particulièrement le nom de *faisceaux fibreux*. Sur la section les éléments de ces faisceaux montrent une forme polygonale (fig. 67), et l'on aperçoit dans l'épaisseur de leur paroi des ponctuations en forme de petits canaux (fig. 68, *a*), et des stries concentriques d'épaississement. Ces parois sont souvent

lignifiées et alors plus ou moins fortement colorées en brun. Ces divers caractères se retrouvent également dans les cellules scléreuses (fig. 69).

**Sujets d'étude.** — On étudiera les cellules pierreuses dans les poires, où elles forment de petits noyaux durs au milieu du mésocarpe ; dans les écorces de Quinquina où elles sont courtes et pointues ; dans la tige des Palmiers ; dans les racines tuberculeuses des *Dahlia*, *Pœonia*, etc.



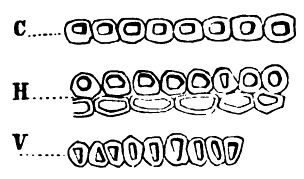




Fig. 70. — A. Coupe transversale sur la racine de la Salsepareille caraque. — *h*. Hypoderme.

C'est également un tissu sclérenchymateux qui forme l'*épiblema* des racines des Salsepareilles (fig. 70). Dans ces racines, on aperçoit à la périphérie du parenchyme cortical deux ou plusieurs assises de grosses cellules à parois très épaisses, dures, et dont la cavité très réduite paraît le plus souvent excentrique, par suite de l'épaississement plus considérable de l'une des parois de ces cellules ; ce sont les éléments de l'hypoderme de ces racines.

A la périphérie des rhizomes des Fougères (*Pteris aquilina*), on aperçoit également une couche de cellules à parois dures et généralement colorées en brun.

Les tiges des Prêles, les feuilles aciculaires de beaucoup de Conifères, en particulier du *Pinus Pinaster*, présentent au-dessous de l'épiderme une assise de longues fibres épaisses, qui souvent même se groupent en faisceaux, principalement le long des arêtes des feuilles en question.

Enfin beaucoup de graines présentent dans leurs enveloppes des couches d'éléments durs, sclérenchymateux, généralement allongés perpendiculairement à l'épiderme, et qui contribuent pour la plus grande part à donner à ces enveloppes leur consistance cornée ou crustacée. Les graines des Papilionacées, celles des Thymélées (*Daphne laureola*, etc.) présentent ainsi au-dessous de l'épiderme de leurs téguments une assise de prismes durs, pressés les uns contre les autres.

Les faisceaux fibreux se rencontrent comme nous l'avons vu déjà dans un grand nombre de tiges et de racines, soit dans l'écorce, soit dans le bois, soit au voisinage des faisceaux libéroligneux, où ils se développent le plus souvent aux dépens du péricycle.

# CHAPITRE IV

## ORGANES

Les éléments et les tissus se groupent de manière à constituer des *organes* dont le fonctionnement varie suivant les conditions les plus diverses et qui concourent à former les *appareils* que nous étudierons ultérieurement. Nous considérerons ici, comme organes : 1° Les vaisseaux. — 2° Les organes épidermiques (poils et stomates), — 3° Les organes sécréteurs.

### Art. 1.

### Vaisseaux.

Nous distinguerons : les *vaisseaux proprement dits* et les *tubes cribreux* qui reconnaissent une origine très semblable et sont formés d'éléments disposés en série linéaire. Ces éléments sont des cellules mortes, par suite vides de protoplasma.

#### § 1. — VAISSEAUX PROPREMENT DITS.

**Leur origine.** — Les vaisseaux proprement dits résultent de la superposition de cellules allongées qui forment des files longitudinales susceptibles de se ramifier par apposition d'autres cellules latérales. Lorsque les cloisons transversales des cellules superposées disparaissent, il en résulte un tube continu qu'on nomme *vaisseau ouvert.* Si les cloisons transversales

persistent (fig. 71, B), la file de cellules reçoit le nom de *vaisseau fermé* ou *discontinu*.

**Parois des vaisseaux.** — Les vaisseaux étant formés de cellules, il est clair que tout ce que nous avons dit des parois cellulaires s'applique également aux parois des vaisseaux. Toutefois les vaisseaux ne paraissent généralement pas susceptibles d'un épaississement aussi considérable que celui qui caractérise les parois des fibres, mais ils présentent toutes les diverses espèces de marques sur lesquelles nous avons appelé l'attention (page 97). Aussi désigne-t-on les vaisseaux sous les noms de *V. ponctués, V. rayés, V. réticulés, V. annelés, V. spiralés.* Ces derniers sont encore appelés *trachées.*

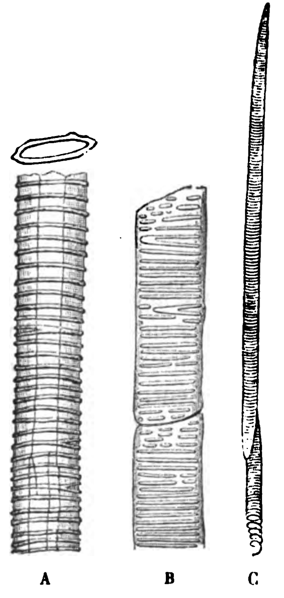



Fig. 71. — A. Vaisseau annelé, *ouvert.* — B. Vaisseau rayé, *fermé.* — C. Trachée.

**Étude des vaisseaux.** — On fera des coupes longitudinales afin d'étudier les parois et les marques des vaisseaux. Ces coupes seront dirigées dans la partie ligneuse des tiges. Il sera également nécessaire de pratiquer des coupes transversales pour prendre connaissance de la forme des vaisseaux et de leur diamètre.

**Sujets d'étude.** — Dans beaucoup de tiges ligneuses on trouvera réunies dans le bois les diverses variétés de vaisseaux que nous avons énumérées plus haut. Ils s'y trouvent alors dans un ordre déterminé.

Pour l'examen des vaisseaux *ponctués*, on recourra avec avantage aux tiges de *Calamus*, chez lesquelles ces vaisseaux atteignent un tel diamètre que leurs orifices sont visibles à l'œil nu sur les coupes transversales.

De beaux exemples de vaisseaux *rayés* se rencontrent dans les tiges souterraines des Fougères, et leurs raies *aréolées* y affectent une disposition tellement régulière qu'on les désigne sous le nom de vaisseaux *scalariformes*.

Pour les vaisseaux *annelés*, il conviendra de faire des coupes longitudinales sur la tige du *Zea Maïs* (fig. 44). Les anneaux, très développés en épaisseur, sont régulièrement distants les uns des autres.

Les *trachées* enfin se trouvent au voisinage de la moelle dans toutes les tiges de Dicotylédonées et dans les faisceaux des tiges et des racines des Monocotylédonées. Leur diamètre transversal est en général inférieur à celui de tous les autres vaisseaux.

## § 2. — TUBES CRIBREUX.

Les tubes cribreux, encore appelés *tubes criblés, cellules grillagées,* etc., furent découverts en 1837, par Hartig, dans le liber et furent considérés par lui comme faisant partie du faisceau vasculaire des Phanérogames. Comme les vaisseaux proprement dits, ces organes sont formés par la juxtaposition de cellules, dont les cloisons transverses deviennent *criblées* par suite d'une résorption partielle qui forme des pores et donne à ces cloisons l'aspect d'un grillage ou d'un crible, ce qui leur a fait donner les noms ci-dessus. Parfois cependant les ponctuations se trouvent également sur les parois latérales ; elles sont étroitement rapprochées et forment des groupes ou sortes de plaques d'un aspect tout à fait caractéristique.

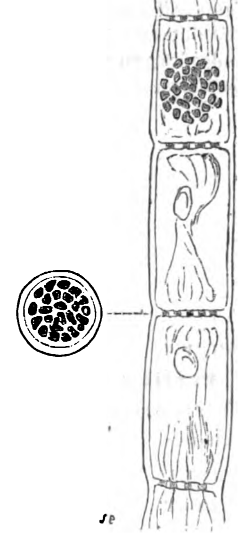


Fig. 72. — Tube cribreux du *Cucurbita pepo.*

*Étude.* — On pourra prendre comme premier sujet de recherches la tige du *Cucurbita pepo* qui possède un grand nombre de ces tubes cribreux situés aux faces interne et externe des faisceaux libéro-ligneux. On fera des coupes longitudinales qui montreront le tube dans toute sa longueur, ainsi que la disposition plus ou moins oblique des cloisons transverses. Si l'on a eu soin de laisser pendant quelque temps les tiges dans l'alcool avant de pratiquer les coupes, on verra le contenu cellulaire rétracté comme le montre la figure 72, et en se servant d'un grossissement approprié, on pourra constater le passage de filaments protoplasmatiques à travers les ponctua-

tions perforées des cloisons (fig. 72). Il s'établit en effet, lorsque les cellules grillagées sont arrivées à un certain développement, une communication directe entre les cellules superposées, aussi bien, du reste, qu'entre les cellules juxtaposées. Dans le premier cas, c'est par les cloisons transverses que s'établit la communication ; dans le second cas, les plaques criblées des parois latérales servent d'intermédiaire.

On fera également des coupes transversales sur la tige du *Cucurbita;* sur ses coupes on pourra étudier les cloisons transverses; il s'en trouve toujours en effet un certain nombre au niveau des sections. Vues sur ces coupes, elles apparaissent comme des sortes de plaques arrondies percées de nombreuses petites ouvertures.

**Sujets d'étude.** — On trouve des tubes grillagés très développés dans les *Cucurbita Pepo*, *Lagenaria vulgaris*, *Calamus Rotang*, *Potamogeton natans*, *Bignonia speciosa*, *Vitis vinifera*, etc.

D'ailleurs ces formations se rencontrent d'une manière générale dans toutes les plantes, voire même chez les Cryptogames vasculaires. Mais chez ces dernières les pores ou ponctuations restent à tout âge imperforés.

### Art. 2.

## Organes épidermiques.

### § 3. — PAPILLES. — POILS.

Les papilles et les poils dérivent essentiellement de l'épiderme.

**Papilles.** — *Étude.* — Une cellule épidermique venant à s'accroître par sa face libre, il en résulte, si cet accroissement est peu considérable, une proéminence généralement de forme conique, qui a reçu le nom de *papille*.

Pour observer les papilles, il suffit de préparer des lambeaux d'épiderme, comme il a été dit plus haut, et de les examiner en surface. On peut encore faire des coupes perpendiculairement à la surface épidermique, et constater ainsi qu'il y a continuité entre la cavité des cellules épidermiques et celle de la portion conique qui constitue la papille.

**Sujets d'étude.** — Les épidermes de la plupart des corolles à

aspect velouté (Pensées, Roses, etc.) sont particulièrement riches en ces sortes d'éminences cellulaires. Nous reproduisons, figure 73, l'aspect que présente un lambeau d'épiderme pris sur la corolle du *Primula sinensis*. Les papilles s'y trouvent en grand nombre sous forme de mamelons

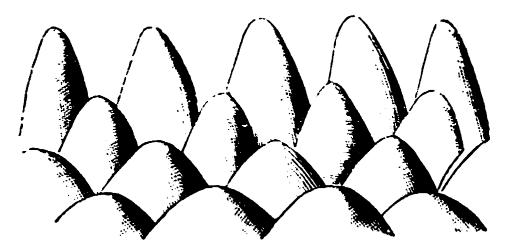


Fig. 73. - Papilles de la corolle du *Primula sinensis*.

coniques, trois ou quatre fois plus hauts que larges. On trouve encore de nombreuses papilles souvent très développées sur les stigmates des fleurs.

**Poils.** — *Leurs formes.* — Si l'accroissement des cellules en dehors s'accentue davantage, les formations qui en résultent reçoivent le nom de poils.

Les formes affectées par les poils sont extrêmement variées:

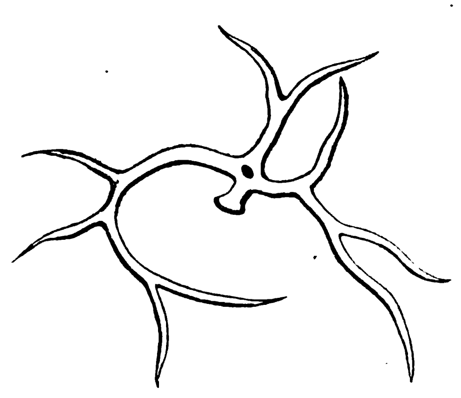


Fig. 74. — Poil rameux pris sur le *Matthiola annua*.

tantôt la cellule épidermique s'allonge simplement (*poils continus simples*) jusqu'à atteindre les dimensions remarquables qu'on observe dans les poils du coton; tantôt, en restant

unicellulaire, le poil se bifurque ou se ramifie davantage et devient *rameux* ou *étoilé* (face inférieure des feuilles de l'*Alyssum saxatile*, feuilles de *Matthiola annua*, fig. 74).

Ailleurs (*poils articulés*) la cavité du poil devient indépendante en se séparant, par une cloison, de la cellule épidermique. Tantôt alors le poil lui-même reste encore simple, tantôt au contraire il se cloisonne transversalement (poils des *Tradescantia*, fig. 75, des *Pelargonium*, etc.), ou dans des sens divers de manière à produire des sortes de lames cellulaires connues sous les noms de *poils en écusson* (*Hippophae*

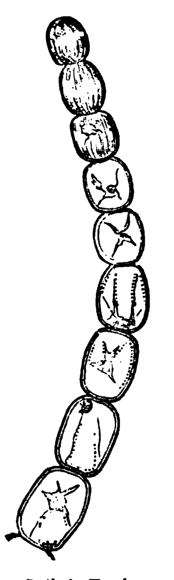


Fig. 75. — Poil de *Tradescantia*.

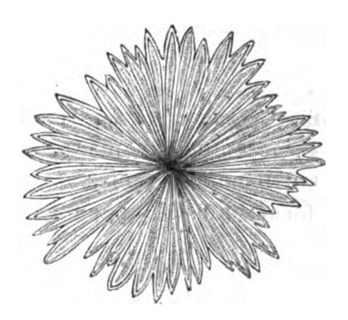


Fig. 76. — Poil d'*Hippophae rhamnoïdes*.

*rhamnoïdes*, fig. 76, *Eleagnus*, etc.), et de poils *scarieux* (poils étalés et plurisériés des *Fougères*).

On voit par là que les poils peuvent affecter des formes très diverses, par suite de divisions qui s'opèrent dans la cellule primitive. Le développement en épaisseur de la paroi de ces organes donne également lieu à quelques formes remarquables. Nous rappellerons à cet égard la structure singulière des poils qui recouvrent les graines du *Strychnos nux vomica*. Ces poils, d'après M. Planchon (*loc. cit.*, page 404), sont formés d'une grande cellule qui, à sa base, a la forme d'une sorte d'ampoule se rétrécissant brusquement en une partie cylindrique coudée à angle plus ou moins obtus sur la portion élargie et terminée par un sommet arrondi. Les parois de cette

cellule sont épaissies et marquées sur la partie basilaire de sortes de fentes transparentes en spirale ; sur la partie rétrécie et cylindrique, les épaississements de la paroi forment des sortes de cannelures régulières, comme de petits cylindres placés parallèlement les uns aux autres dans le sens longitudinal.

Enfin, et pour terminer une description que nous abrégeons, car elle ne serait qu'une stérile énumération de faits variés à l'infini, nous rappellerons que, dans beaucoup de poils, certaines des cellules qui proviennent des divisions de la cellule primitive jouent le rôle d'organes de sécrétion. Ces *poils glanduleux* feront le sujet d'une étude spéciale.

**Étude.** — L'étude des poils est fort simple, mais on ne doit pas se contenter de les arracher pour les examiner après les avoir montés dans le véhicule approprié. On pourrait, il est vrai, se rendre compte ainsi de leur forme générale, mais, pour bien saisir les rapports qui existent entre ces formations et les cellules épidermiques, on doit faire des coupes sur l'épiderme.

Lorsqu'on monte des préparations de poils, on doit se mettre en garde contre les nombreuses bulles d'air que ces organes conservent toujours entre eux. Aussi ne devra-t-on jamais luter la préparation avant de s'être assuré du départ de ces bulles d'air.

### § 4. — STOMATES.

**Étude.** — Les stomates sont des organes de nature essentiellement épidermique, comme on peut s'en convaincre par leur mode de développement. Pour leur étude on procède donc exactement de même que pour l'épiderme ; d'une part, l'examen en surface de lambeaux épidermiques fournit les notions nécessaires sur la forme générale de l'organe, sur sa répartition dans le tissu épidermique, etc. ; d'autre part, les coupes perpendiculaires au plan de l'épiderme complètent ces premières données et montrent les relations de l'organe avec les tissus sous-jacents. Nous n'avons pas besoin de dire que ces coupes doivent être très minces et faites avec le plus grand soin, si l'on veut tirer quelque profit de leur examen.

**Forme des stomates.** — La forme des stomates varie. Toutefois il existe une forme typique, que l'on retrouve dans la plupart des plantes; nous allons en donner la description.

En général, un stomate est, comme l'indique son nom, un organe qui, examiné de face sur un lambeau d'épiderme (fig. 71, B), offre l'apparence d'une bouche dont les lèvres sont formées de deux cellules symétriques plus ou moins arquées, qui entourent un petit orifice que l'on nomme *ostiole*. Ces deux cellules ont reçu le nom de *cellules de bordure* ou *cellules marginales*. Déjà distinctes des cellules voisines de l'épiderme par leur forme, elles s'en écartent encore par leur contenu. Le plus souvent en effet les cellules de bordure des stomates renferment de nombreux grains de chlorophylle et de l'amidon.

Vu en coupe (fig. 77), le stomate se présente comme formé

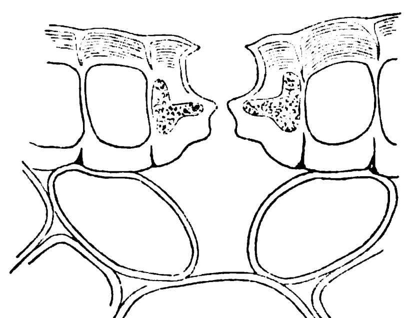


Fig. 77. — Coupe perpendiculaire d'un stomate. Épiderme fortement cuticularisé.

Fig. 78. — Formation d'un stomate. A. Division de la cellule mère *a* par la cloison *mn*.

de deux cellules séparées par un petit canal qui met en communication l'air extérieur avec une cavité plus ou moins grande creusée au milieu du tissu sous-jacent. Cette cavité a reçu le nom de *chambre sous-stomatique;* elle fait partie de l'appareil stomatique.

**Localisation des stomates. Sujets d'étude.** — Les stomates n'existent pas sur toutes les parties des végétaux recouvertes d'épiderme. Les racines en sont dépourvues, et ce n'est guère que sur les parties aériennes des plantes (tiges, feuilles, fleurs, etc.) qu'on les rencontre en abondance. Sur les feuilles, où ces organes semblent se développer plus spécialement, ils occupent de préférence la face inférieure, et cette localisation, qui

souffre cependant de nombreuses exceptions (feuilles nageantes, submergées, etc.), parait en rapport avec la structure même du mésophylle et l'existence de nombreux méats intercellulaires dans la portion de ce tissu, qui est en contact avec l'épiderme inférieur.

Signalons encore la dépendance qui existe entre le mode de répartition des stomates et l'arrangement des cellules épidermiques.

Sur les feuilles des Monocotylédonées (fig. 82), par exemple, où les cellules de l'épiderme sont allongées et disposées en séries parallèles suivant le grand axe de la feuille, les stomates affectent une disposition semblable. Une répartition des stomates en files longitudinales s'observe également sur les feuilles aciculaires des Abiétinées.

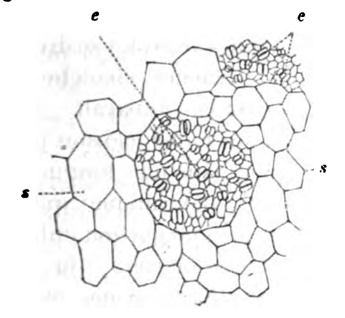



Fig. 79. — Portion d'épiderme d'une feuille de *Saxifraga sarmentosa*. — *s*. Groupes de stomates. — *e*. Cellules épidermiques normales plus grandes que celles qui entourent immédiatement les groupes de stomates.

Fig. 80. — Coupe de la face inférieure de la feuille du *Nerium oleander*. — *s*. Stomates au fond de la cavité. — *l*. Lacunes sous-stomatiques.

Chez les Dicotylédonées, au contraire, les stomates affectent dans leur forme et leur répartition une irrégularité en relation d'ailleurs avec l'irrégularité des cellules épidermiques (fig. 81).

Dans certains cas, sur les feuilles de *Saxifraga sarmentosa* (fig. 79) par exemple, la localisation des stomates mérite d'être signalée. Si l'on enlève un lambeau d'épiderme sur cette plante, on y constate d'abord à l'œil nu de petits points blanchâtres satinés, assez régulièrement espacés. Si l'on monte alors la préparation dans l'eau ou la glycérine, on voit que ces points correspondent à de petites agglomérations de stomates. Ceux-ci se disposent en effet, dans le cas particulier qui nous occupe, par petits groupes espacés, tandis que tout le reste de la surface épidermique est dépourvu de ces organes.

Les stomates ne se trouvent pas toujours sur le même plan que les cellules épidermiques voisines. Tantôt ils sont enfoncés au-dessous de l'épiderme (Conifères, voir plus loin), tantôt, bien que restant au niveau de l'épiderme, ils occupent des cavités formées au milieu du mésophylle par un repli de l'épiderme. C'est ce que l'on peut voir (fig. 80) sur les feuilles du *Nerium oleander*. Si, en effet, on pratique des coupes sur l'épiderme de ces feuilles, on constate que de place en place l'épiderme subit une sorte

d'invagination au milieu du parenchyme sous-jacent. Dans les cavités ainsi produites se développent de nombreux poils, et, si les coupes sont assez délicates, on peut voir dans le fond de ces cavités les stomates développés aux dépens des cellules épidermiques, et en relation avec les méats intercellulaires du parenchyme sous-jacent.

**Développement des stomates.** — Si l'on examine sur de très jeunes feuilles, ou encore à la base des feuilles des Iridées, l'épiderme qui les recouvre, on constate que cet épiderme est continu dans toute l'étendue de sa surface. Plus tard seulement, certaines de ses cellules venant à se diviser, la première ébauche des stomates apparaît. C'est d'abord une cloison pratiquée dans une longue cellule épidermique qui en sépare une portion cubique ou *cellule-mère* du stomate. Nous avons exposé plus haut, en détail, le procédé typique de la formation des stomates chez l'*Iris pumila;* nous n'y reviendrons donc pas ici. Nous ajouterons seulement que cette formation du stomate s'accompagne de certains phénomènes importants qui se produisent dans le tissu sous-jacent. Le parenchyme subit en effet une sorte de dislocation qui donne naissance à un méat correspondant avec l'ostiole du stomate. Ce méat est la chambre *aérienne* ou *sous-stomatique* dont nous avons déjà parlé; il se trouve d'autre part en rapport avec les divers espaces intercellulaires qui abondent dans le parenchyme foliaire, disposition qui rend bien compte du rôle que doit jouer le stomate dans la vie du végétal.

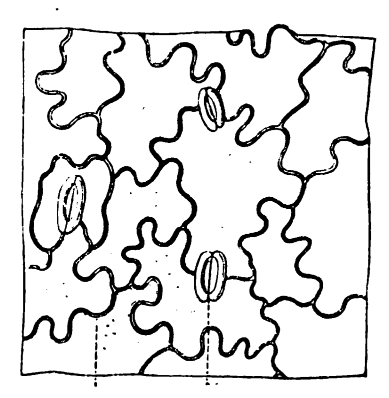


Fig. 81. — Lambeau d'épiderme pris sur la face inférieure d'une feuille de Garance (*Rubia tinctorum*). — *c.* Cellules épidermiques. — *s.* Stomates.

La marche des phénomènes qui président à la formation des stomates subit dans certains cas des modifications intéressantes que nous allons rapidement passer en revue, et qui ont pour point de départ tantôt le mode de formation de la cloison

qui donne naissance à la cellule-mère, tantôt la manière dont se divise la cellule-mère, pour la production des cellules de bordure, tantôt enfin un travail de division qui s'opère dans les cellules épidermiques voisines du stomate.

1° Au premier cas se rattache le *développement des stomates* d'un grand nombre de *Fougères* (1). La cellule-mère prend naissance par une cloison en fer à cheval dont la convexité est tournée vers le centre de la cellule épidermique en division. Chez les *Aneimia*, cette cloison a sa concavité tournée vers la paroi externe de la cellule épidermique dans laquelle elle se produit. Puis, par les progrès du développement, sa convexité venant à atteindre la paroi opposée avec laquelle elle se confond, la cellule-mère ainsi formée revêt définitivement la forme d'un tronc de cône dont les bases font partie des parois inférieure et supérieure de la cellule épidermique. La cellule-mère se divisant d'autre part à la manière ordinaire pour former les cellules de bordure, le stomate apparaît bientôt au milieu même de la cellule épidermique, et sans aucune relation avec ses parois latérales.

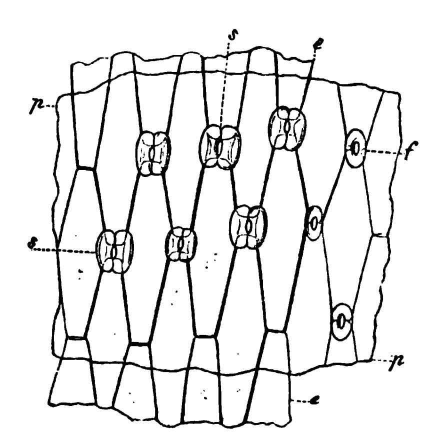



Fig. 82. — Lambeau d'épiderme pris sur une feuille de l'Iris des jardins (*Iris germanica*). On voit une pellicule épidermique *pp* percée de ses fentes en boutonnière *f*, appliquée sur une portion d'épiderme proprement dit *ee*, à cellules longuement hexagones. — *ss* stomates.

Dans beaucoup d'autres Fougères, des cloisons analogues se produisent, mais ne donnent pas lieu à la même particu-

(1) Oudemans, *Sur l'origine des stomates de quelques espèces d'Aneimia* (Congrès de botanique et d'horticulture, Amsterdam, 1865). Hildebrand. *Ueber die Entwicklung der Farnkrautspaltöffnungen* (*Bot. Zeit.* 1866, et *Bull. Soc. bot.*, t. XV). Strasbürger, *Jahrbuch. f. Wiss. Botanik*, VII, p. 393.

larité parce que la cloison primitive venant au contact avec les parois latérales de la cellule épidermique, le stomate, lorsqu'il est complètement développé, se trouve au moins par un de ses points (fig. 83) adhérent à ces parois latérales. Il n'est donc plus isolé au milieu de la cellule. C'est à un mode semblable de formation que sont dues les cellules-mères des stomates d'un certain nombre d'autres plantes (*Œnothérées*, *Silénées*, *Plantaginées*, etc.

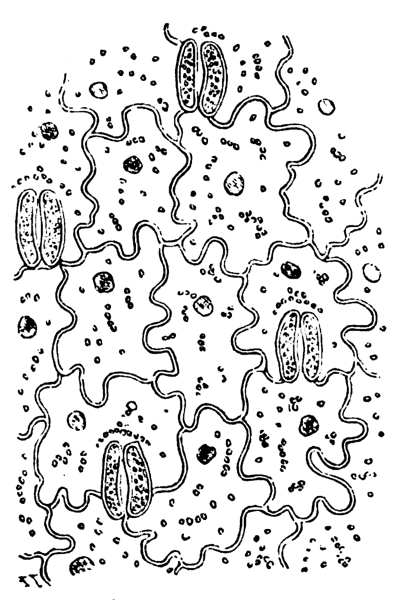


Fig. 83. — Épiderme d'une fronde de Fougère.

2e *Cas*. — Le mode de cloisonnement des cellules-mères amène, avons-nous dit, des modifications importantes dans la forme de certains stomates.

On trouvera, dans les thalles de *Marchantia polymorpha*, un bon sujet d'étude à cet égard. Là, en effet, une cellule de l'épiderme se divise par bipartition répétée en un certain nombre de cellules qui toutes rayonnent autour d'un point vers lequel convergent leurs cloisons. En ce point les cloisons s'écartent bientôt, et il en résulte l'ostiole du stomate qui se trouve ainsi posséder un grand nombre de cellules de bordure. Alors chacune de ces cellules se subdivise elle-même en quatre ou huit cellules superposées, par des cloisonnements parallèles à la surface épidermique, si bien que le stomate devient une sorte de puits circonscrit par les nombreuses cellules marginales dont nous venons de voir le développement successif.

Dans les Prêles (*Equisetum limosum*), un fait de même nature se produit. Le stomate, qui n'était d'abord formé que de deux cellules de bordure, en présente bientôt quatre par suite de

cloisonnements qui se forment dans les deux premières. Les nouvelles cellules venant à prendre ensuite un grand développement surplombent les premières, et le stomate paraît enfoncé sous l'épiderme.

3e *Cas.* — Enfin, de nouvelles modifications peuvent être amenées dans la forme et la disposition générale des appareils stomatiques, par suite de la participation d'un certain nombre de cellules épidermiques voisines à cette formation.

Grâce aux divisions qui se produisent dans ces cellules, le

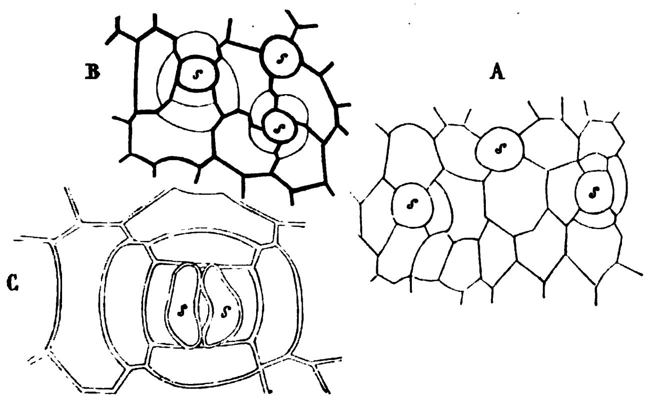



Fig. 84. — Développement des stomates du *Commelyna cœlestis*, d'après Sachs.

stomate peut se trouver entouré d'un nombre variable (deux, quatre ou davantage) de cellules qui restent en relation avec lui.

Le cas le plus simple se rencontre dans les stomates des feuilles de la plupart des *Graminées*, *Joncées* et *Cypéracées* (1). — L'examen en surface de l'épiderme de la feuille du *Commelyna cœlestis*, dont nous reproduisons, d'après Sachs, le développement des stomates et des cellules de voisinage, offre un bon exemple de ce cas. Sur la figure 84 : en A, nous voyons les très jeunes cellules-mères (*s*) avant la formation des cellules de bordure. Déjà les cellules-voisines de l'épiderme présentent quelques cloisonnements, et à droite dans la figure la cellule-mère (*s*) est presque entourée d'une bordure de jeunes

(1) Pfitzer, *Jahrb. f. Wiss. bot.*, VII, 1870. — Duval-Jouve, *Bull. Soc. bot.*, XVIII, 1871.

cellules détachées des cellules épidermiques, par des cloisons circulaires. La figure B présente un état plus avancé de ce même développement. Enfin dans la figure C, où les cellules de bordure sont définitivement spécialisées, on peut voir que le stomate est entouré de six cellules formées par les cloisonnements successifs des cellules de l'épiderme voisines du stomate. — Ces cellules reçoivent quelquefois le nom de *cellules accessoires*.

Ailleurs, sur les feuilles aciculaires d'un grand nombre de Conifères (*Pinus pinaster*, par ex.), les cellules épidermiques voisines des stomates venant à prendre un grand développement, les stomates se trouvent surbaissés et comme enfoncés au milieu du parenchyme foliaire.

### § 5. — STOMATES AQUIFÈRES.

Il n'a été question dans le paragraphe précédent que des stomates aérifères, organes qui servent aux échanges gazeux entre l'atmosphère et l'intérieur des tissus des plantes. Il existe d'autres stomates, qui peuvent se rencontrer à côté des premiers, mais qui servent à l'émission des liquides provenant de la transpiration du végétal. Ces stomates se distinguent des stomates aérifères, en ce que leur ostiole et leur chambre sous-stomatique sont gorgés d'eau et en ce qu'ils restent toujours béants. Leur forme générale est d'ailleurs celle des stomates aérifères et se rapporte à deux types principaux : 1° l'ostiole est petit et les cellules de bordure sont semi-circulaires (*Crassula*, *Ficus*, *Saxifraga*) ; 2° l'ostiole forme une large fente (*Tropæolum*, *Papaver*, etc.) et les cellules de bordure sont alors le plus souvent mortes ou ont complètement disparu (*Hippuris*, *Callitriche*).

## Art. 3.

## Organes sécréteurs.

Les organes sécréteurs sont des organes qui ont pour élément constituant fondamental une ou plusieurs de ces cellules dont il a été question à propos du tissu sécréteur (page 144).

On comprendra donc, sous le nom d'organes sécréteurs, les divers organes qui ont été désignés sous les noms de *vaisseaux laticifères*, *canaux utriculeux*, *poils glanduleux*, *glandes*, *canaux sécréteurs*, etc. (1).

## § 1. — VAISSEAUX LATICIFÈRES. — LATEX.

Les vaisseaux laticifères (2) ou réservoirs du latex ont fait le sujet des recherches de nombreux botanistes : Unger, Hanstein, Moldenhawer, Lestiboudois, Trécul, Van Tieghem, etc.

**Origine des laticifères.** — La question de leur origine a été en grande partie traitée par Trécul qui a montré dans de nombreux travaux que ces éléments sont de nature cellulaire. Les laticifères dérivent de cellules disposées en séries simples ou rameuses, qui, primitivement séparées par leurs cloisons transverses, ne forment bientôt plus qu'un canal unique lorsque ces cloisons se sont résorbées. Schacht a parfaitement décrit ce mode de formation dans les Morées. Nous recommanderons, pour suivre facilement la transformation des séries de cellules en tubes continus et anastomosés, la racine des *Argemone*, dont M. Trécul a fait une étude spéciale (Trécul, *Ann. sc. nat.*, 5e série, p. 49, t. V). — On trouve là des « séries de cellules pleines d'un beau suc jaune, et trois à « cinq fois plus longues que larges. Un peu plus tard les pa- « rois transversales qui séparent ces cellules superposées se « perforent ; elles disparaissent même entièrement pendant « que la fusion des parois latérales s'accomplit pour la trans- « formation des laticifères en tubes parfaits. » Sur cette même racine on suivra très facilement la formation des anastomoses.

Ces faits étant connus, on ne peut s'étonner de rencontrer, comme nous le verrons fréquemment dans les plantes à laticifères bien développés, des cellules isolées, remplies également de suc coloré.

(1) Voir Beauregard, *Les organes glandulaires des végétaux*, Paris, 1879.

(2) Trécul, *Ann. Sc. natur.*, 5e série, t. V, VI, VII. — David, *Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen*. Breslau, 1872. — Van Tieghem, *Mémoires sur les canaux sécréteurs des plantes* (Ann. sc. nat., Ve série, XVI, 1872). — Schacht, *Die Milchsaftgefasse der Carica*, 1857. — Planchon, *Histoire des drogues*, t. II, p. 516.

**Caractères généraux.** — *Étude.* — Les vaisseaux laticifères se présentent, sur des coupes longitudinales, comme des canaux allongés, pourvus d'une paroi propre et remplis d'un suc de couleur variable appelé *latex.* Ces canaux, très distincts des vaisseaux proprement dits, sont caractérisés :

1° Par leur *forme ;* en effet, tandis que les vaisseaux proprement dits sont régulièrement calibrés, le diamètre des laticifères est le plus souvent très irrégulier ;

2° Par l'*absence à peu près constante des marques* qui existent si variées sur la paroi des vaisseaux proprement dits ;

3° Par l'*existence fréquente d'anastomoses* et de *ramifications.*

Cette dernière particularité nécessite l'emploi de certaines précautions lorsqu'on étudie les vaisseaux laticifères. Si bien conduites que soient les coupes, le plan par lequel a passé le rasoir ne présente ordinairement que des tronçons de laticifères, surtout lorsque ceux-ci forment des réseaux serrés et à ramifications nombreuses. On devra donc chercher, pour les étudier plus complètement, à les isoler par coction soit dans l'acide nitrique, soit mieux encore dans la potasse. Si l'on fait des coupes, on aura soin d'éviter d'écraser les pièces sur lesquelles on opère ou de laver les coupes obtenues. On risquerait, en effet, d'enlever le latex, et celui-ci est souvent fort utile pour faire reconnaître au milieu des tissus les laticifères, qui se confondent facilement avec les éléments parenchymateux qui les entourent.

**Répartition des laticifères. Sujets d'étude.** — Quant à l'endroit où doivent se faire les coupes, on ne peut que d'une manière générale donner des indications à ce sujet, car, ainsi que nous le verrons, la place des laticifères varie avec les végétaux en observation.

C'est toutefois dans le tissu parenchymateux du végétal (parenchyme cortical et moelle) qu'on les trouve ordinairement en plus grand nombre. En les passant rapidement en revue dans les principales familles de plantes où on les a observés, nous donnerons du reste les détails nécessaires à leur observation.

**Papavéracées.** — *Structure.* — *Distribution.* — D'après les recherches de Trécul (*loc. cit.*), on trouve dans les laticifères des Papavéracées

deux types de structure et de disposition. « D'après le premier type, les « laticifères sont répartis surtout au pourtour des faisceaux fibro-vasculaires « des tiges aériennes et des feuilles (*Chelidonium*, *Maclea*, *Sanguinaria*). « D'après le second type, les laticifères existent seulement dans le tissu « sous-libérien des faisceaux fibro-vasculaires des mêmes organes » (*Papaver rhœas*, *somniferum*, et *Argemone grandiflora*, *ochroleuca*, etc.).

Si dans le premier type on examine les laticifères du *Chelidonium majus*, on trouvera une répartition différente de ces canaux dans la tige et dans la racine. Dans la tige en effet on les trouve rarement par groupes. Ils sont généralement isolés et cheminent à des distances plus ou moins grandes les uns des autres. Dans la racine au contraire ils forment des réseaux à mailles souvent très serrées (fig. 85). Cet examen est très facile sur les racines fraîches du *Chelidonium majus*, qui renferment un latex jaune très abondant. On fera des coupes tangentielles et des coupes radiales. Pour se rendre exactement compte de l'endroit où doit être menée la coupe, il suffit de diviser transversalement un morceau de la racine à examiner. Sur la section transversale obtenue on aperçoit alors des gouttelettes de latex qui s'échappent de points bien déterminés et qui indiquent par suite très nettement la situation des éléments à étudier.

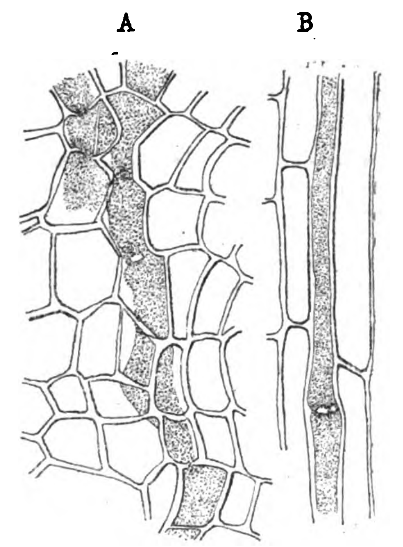


Fig 85. (d'après Van Tieghem). *Chelidonium majus*. Cellules laticifères : A dans la racine ; B dans la tige ; ces cellules sont fusionnées en files simples.

Nous venons de dire que les laticifères des racines du *Chelidonium majus* forment des réseaux. On remarquera que les cellules qui constituent ces réseaux sont quelquefois très courtes, surtout au voisinage de l'épiderme ; la même observation s'applique aux séries de cellules à latex des tiges et des pétioles, qui, suivant Trécul (*loc. cit.*), sont très propres à montrer le deuxième degré de perfectionnement des laticifères, puisqu'on y trouve souvent perforées les parois transversales qui séparent les cellules constituantes. Enfin dans le *Chelidonium* on trouve encore fréquemment des cellules isolées renfermant un suc jaune. Ces cellules sont les seuls éléments à suc coloré que l'on trouve dans le *Glaucium flavum*. Elles occupent dans les parties aériennes de cette plante la surface du liber, ou sont réparties au milieu des fibres du péricycle. Dans la racine, on en trouve

répandues dans toute l'épaisseur de l'écorce, où elles peuvent même donner lieu à des tubes continus (Trécul, *loc. cit.*).

Comme exemples du second type de répartition des laticifères on pourra observer la tige du *Papaver rhœas* ou les capsules de nos pavots; on trouvera dans ces deux sujets d'excellents types de laticifères fréquemment anastomosés en réseaux d'une grande richesse.

**Latex.** — Le latex des Papavéracées est un liquide qui tient en suspension de nombreux globules. Sa coloration est variable : blanchâtre dans les *Pavots*, rouge dans la *Sanguinaire*, jaune dans le *Chelidonium majus*, il est à peine opalin dans l'*Eschscholtzia*.

**Chicoracées. — Campanulacées. — Lobéliacées.** — Dans la plupart des Chicoracées les laticifères occupent la moelle et le parenchyme cortical au voisinage du liber. Il y a cependant des Chicoracées qui ne possèdent pas de laticifères dans la moelle, exemples : *Cichorium Intybus*, *Lampsana comm.*, *Hieracium prenanthoides*, etc. (Trécul).

Chez certaines Chicoracées on trouve aussi des laticifères à la face interne des couches libériennes, ce qui est le cas général pour les laticifères des Campanulacées et des Lobéliacées. Dans ces deux dernières familles les laticifères forment là un réseau parfait à mailles tantôt courtes et étroites, tantôt plus larges et très longues. Dans certaines espèces (*Campanula medium*) ces vaisseaux sont tellement multipliés qu'ils se touchent, et leur membrane, assez épaisse, est de plus remarquable par l'existence de nombreux pores qui mettent ces laticifères en communication les uns avec les autres et avec les cellules voisines.

Dans les Chicoracées également les laticifères sont extrêmement nombreux et ramifiés. Ils forment des sortes de trames lamelleuses que l'on peut facilement apercevoir sur des coupes fines, surtout si l'on a soin de traiter ces coupes par la potasse. Le tissu ambiant devenant transparent, les laticifères apparaissent avec toute la netteté désirable. Il est intéressant de noter encore, au sujet des Chicoracées, une disposition curieuse. On sait que fréquemment le moindre contact, la plus superficielle érosion suffit à faire écouler le latex blanc laiteux de ces plantes. Les réseaux laticifères sont pourtant, nous l'avons dit, assez profondément placés, puisqu'ils cheminent au voisinage du liber; M. Trécul donne l'explication suivante du phénomène :

Des mailles profondes du réseau s'élèvent des branches qui arrivent à l'épiderme, le traversent et ne se terminent que sous la cuticule. Que celle-ci subisse la moindre atteinte, et le latex s'écoulera.

**Apocynées. Asclépiadées.** — Les laticifères parcourent ici la moelle et l'écorce, ainsi qu'on peut très bien l'observer dans le *Vinca major* (parties jeunes) et le *Nerium Oleander*. Dans les nœuds ils offrent de nombreuses ramifications et anastomoses. Hill, Schleiden, Schacht, etc., observant dans la moelle et le tissu parenchymateux de ces plantes des

fibres libériennes isolées et ramifiées (*Hoya carnosa*, parenchyme de la feuille, etc.), considérèrent longtemps ces éléments comme chargés de transporter le latex. Trécul a montré que le suc que renferment ces fibres est bien différent du latex et renferme des granules incomparablement plus fins. La membrane des fibres est également très différente de celle des laticifères vrais.

**Sapotées.** — Les *Mimusops balata* et *elata*, l'*Isonandra guttata*, etc., renferment une grande quantité de latex porté par des vaisseaux qui occupent principalement le système cortical.

**Urticées.** — Le système des vaisseaux laticifères des Urticées (*Ficus*, *Humulus*) se rapproche beaucoup, au point de vue de sa répartition, de celui des Chicoracées. Les vaisseaux occupent particulièrement le parenchyme cortical au voisinage du liber et de la moelle.

Mais, au point de vue de l'arrangement, ces laticifères sont plutôt comparables à ceux des Papavéracées. Dans une grande partie de leur parcours, en effet, ces vaisseaux cheminent isolés et sans anastomoses, et ce n'est qu'aux nœuds et dans le parenchyme des feuilles (*Ficus*), où ils pénètrent en abondance, qu'ils se ramifient et s'anastomosent. Il peut arriver que quelques branches se continuent jusqu'à la surface épidermique, semblablement à ce qui se passe dans les Chicoracées.

**Papayacées.** — Les vaisseaux laticifères de ce groupe sont remarquables par leur situation dans le bois. De là ces laticifères envoient de nombreuses ramifications dont les unes s'appliquent contre les vaisseaux et les entourent, tandis que les autres, à travers les rayons médullaires, se dirigent d'une part vers la moelle, d'autre part dans le tissu parenchymateux cortical, où elles forment, au niveau des nœuds, de riches réseaux anastomotiques.

## § 2. — GLANDES. — CLASSIFICATION.

Sous le nom général de *glandes*, on peut comprendre tous les organes glandulaires, depuis les surfaces épidermiques sécrétantes et les poils glanduleux simples jusqu'aux canaux sécréteurs. Tous ces organes en effet consistent essentiellement en une ou plusieurs cellules actives dites sécrétantes : tantôt ces cellules sont plongées au milieu des tissus des organes (*glandes intérieures*), tantôt, au contraire, elles siègent à la surface de ces organes, accompagnées ou non de poils (*glandes extérieures*). Le produit de la sécrétion s'accumule dans un réservoir qui procède d'un développement très différent suivant les organes que l'on considère, ou bien il est expulsé directement au dehors. Pour faciliter l'étude de ces formations, nous proposons de les classer comme suit :

| | |
|---|---|
| 1° Il n'y a pas de réservoir spécial ; le produit sécrété se réunit sans la cavité même des cellules sécrétantes ou dans un espace compris entre la paroi des cellules sécrétantes et leur cuticule soulevée, parfois encore il est directement expulsé au dehors. Ces glandes sont............. | *Extérieures*, *épidermiques*, accompagnées ou non de poils à la base. — *Poils glanduleux.*<br>*Intérieures*. Unicellulaires. |
| 2° Le réservoir est un poil surmontant le tissu glanduleux qui est............ | *Extérieur.*<br>*Intérieur.* |
| 3° Le réservoir est une lacune produite au milieu des cellules sécrétantes par dilacération et résorption de celles-ci. Ces glandes peuvent être.................. | *Extérieures.*<br>*Intérieures*. Glandes proprement dites. |
| 4° Le réservoir est une cavité ouverte à l'extérieur........................ | *Glandes septales.* |
| 5° Le réservoir est un espace dû à l'écartement des cellules sécrétantes........ | *Canaux résineux.* |

### § 3. — 1er GROUPE : GLANDES ÉPIDERMIQUES. — POILS GLANDULIFÈRES. GLANDES UNICELLULAIRES INTERNES.

1° *Le produit de sécrétion arrive directement au dehors en filtrant à travers la cuticule.*

Les *glandes épidermiques* sont plus spécialement des surfaces épidermiques qui deviennent sécrétantes, ainsi que cela s'observe dans certains bourgeons. Ainsi, d'après Hanstein, le baume verdâtre qui enduit les bourgeons du peuplier est directement produit par l'épiderme ; beaucoup de bourgeons (*Rumex*, *Rheum*, *Alnus*, *Corylus*, etc.) doivent d'ailleurs le suc résineux qui les recouvre à un semblable mode de formation. La région épidermique sécrétante se localise parfois en des régions bien déterminées : soit sur des éminences (Rosiers et *Robinia viscosa*), soit sur les dents des feuilles, à l'extrémité des nervures (*Prunus*, *Viola*), soit au niveau de renflements de la tige (*Silénées*).

2° *Le produit de sécrétion s'accumule dans la cavité même des cellules sécrétantes ou dans un espace compris entre la paroi des cellules et leur cuticule soulevée.*

*a.* **Glandes extérieures. Poils glandulifères.** — Dans ce groupe rentrent les poils dits glandulifères, c'est-à-dire ces poils que nous avons déjà mentionnés, qui portent à leur

sommet une ou plusieurs cellules sécrétantes. Ces sortes d'organes glanduleux sont très répandus dans les végétaux et en particulier chez les Labiées et les Géraniacées. Tantôt la glande est unicellulaire, tantôt, au contraire, elle est formée d'un plus ou moins grand nombre de cellules qui prennent naissance par des cloisonnements successifs soit exclusivement verticaux, soit verticaux pour une portion de la glande et horizontaux pour une autre portion. D'autre part, la longueur du poil qui supporte ces glandes peut varier dans des limites assez étendues, et le nombre des cellules ainsi que leur forme peuvent présenter des variations intéressantes.

C'est en se basant sur ces différents faits, que M. Martinet (1), auquel nous empruntons une grande partie de ce qui va suivre, a établi la classification que nous donnons des poils glanduleux à glande au sommet :

Poils glanduleux au sommet.........
- 1° Glandes unicellulaires...
  - à poil court.
  - à poil moyen.
  - à poil long.
- 2° Glandes pluricellulaires produites par cloisonnements exclusivement verticaux.................
  - Glandes de 2 cellules.
  - — 4 —
  - — 8 —
  - — 16 —
- 3° Glandes pluricellulaires produites par des cloisonnements non exclusivement verticaux.

**Étude.** — Pour étudier ces glandes, on devra faire des coupes normalement à la surface épidermique (tiges, feuilles) qui les supporte; ces coupes devront être assez minces pour montrer les rapports qui existent entre les glandes et les cellules épidermiques. Si l'on examine des glandes pluricellulaires, on devra faire des coupes jusqu'à ce qu'on ait obtenu des sections à travers le tissu même de la glande. Il ne suffirait pas dans ces recherches de soulever des lambeaux d'épiderme et de les monter pour les examiner, car l'appareil glandulaire ne se montrerait alors que d'une manière incomplète et impropre à une bonne étude.

A. **Poils à glandes unicellulaires.** — A la surface des

(1) Martinet, *Ann. Sc. natur.*, 5e série, t. XIV, 1871.

feuilles et des parties vertes de la plupart des Labiées (*Satureia montana*, *Mentha citrata*, etc.), on trouve des glandes unicellulaires sphériques surmontant un poil *court* formé de une ou deux cellules superposées. De semblables glandes unicellulaires à poil rudimentaire s'observent également parmi les Rhinanthacées dans l'*Euphrasia off.* et les *Pedicularis sceptrum*, *corallinum;* enfin, chez les Orobanchées sur l'*Epiphegus* et chez les Monotropées sur l'*Hypopitys vulgaris*.

Dans tous ces cas, la vésicule glandulaire est généralement beaucoup plus volumineuse que les cellules du poil dont elle se distingue encore par sa forme arrondie. Cette cellule glandulaire affecte d'ailleurs un aspect un peu différent suivant son état au moment de l'observation. Si elle est en pleine activité de sécrétion, le produit (huile essentielle) qui la remplit la gonfle et la fait apparaître comme une grosse vésicule jaunâtre ou un peu diversement colorée; si la sécrétion est encore peu abondante, la cellule est moins distendue et remplie de granulations grisâtres au milieu desquelles se montrent quelques gouttelettes huileuses reconnaissables à leur réfringence. Si enfin le produit de sécrétion a été éliminé, comme cela se rencontre sur les feuilles âgées ou desséchées, la cellule a perdu sa forme sphérique; ses parois, comme chiffonnées et revenues sur elles-mêmes, laissent voir à leur surface des plis qu'il faut se garder de confondre avec des cloisons cellulaires. Dans ce dernier cas également, la cellule a perdu beaucoup de son volume et paraît généralement plus petite que les cellules du pédicelle.

Tout ce que nous venons de dire s'applique également aux glandes longuement pédicellées que l'on rencontre souvent aussi chez les Labiées et en particulier dans les *Lavandula lanata*, *Lamium longiflorum*, etc.

Dans les divers exemples que nous avons cités plus haut, la cellule glandulaire est à peu près régulièrement sphérique. Ailleurs, dans le *Thymus vulgaris*, le *Salvia glutinosa* parmi les Labiées, et surtout chez les Solanées (*Atropa Belladona*, *Hyosciamus albus*), la cellule glandulaire prend une forme allongée ou ovoïde.

Enfin, à côté des Labiées si riches en poils glanduleux uni-

cellulaires, signalons encore les Géraniacées, *Erodium*, *Geranium*, et particulièrement les *Pelargonium*, où elles se distinguent par un pédicelle notablement plus allongé que chez les Labiées. Ce sont encore ces mêmes glandes unicellulaires que l'on retrouve dans les *Chenopodium* et en particulier dans le *Chenopodium vulvaria* où elles sont en si grand nombre que, pour trouver place les unes à côté des autres, elles se recouvrent successivement.

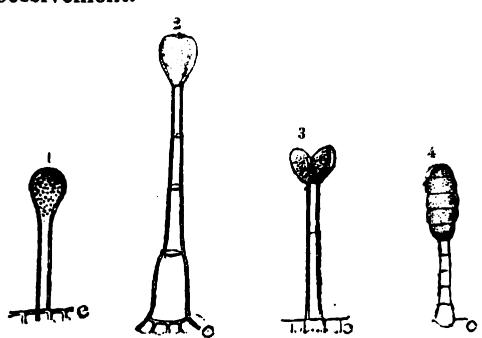



Fig. 86. — Poils glanduleux. — *e*. Épiderme à la surface duquel s'élève le poil. — 1. Poil unicellulaire du *Sisymbrium Chilense*. — 2. Poil pluricellulaire à cellule terminale glandulaire du Muflier (*Antirrhinum majus*). — 3. Poil à 2 cellules terminales glandulaires, du *Lysimachia vulgaris*. — 4. Poils à glandes pluricellulaires par cloisonnements horizontaux, du *Geum urbanum*.

La forme des cellules qui composent le poil pédicellaire mérite également de fixer l'attention. Tantôt toutes ses cellules sont semblables, mais le plus fréquemment, dans les poils de grandeur moyenne, la cellule la plus inférieure ou deux ou trois cellules des plus inférieures sont grandes et de forme plus ou moins conoïde, tandis que les autres cellules, au nombre de deux ou trois, beaucoup plus petites, forment une sorte de collet qui supporte la glande. On trouvera des exemples de cette disposition dans le *Lophanthus sinensis* et le *Pelargonium tomentosum*.

**B. Glandes pluricellulaires par cloisons verticales.** — 1° La glande formant une tête sphérique est composée de *deux cellules* séparées par une cloison verticale (fig. 86, 3). On en trouve de nombreux exemples dans les Labiées; dans les genres *Melissa*, *Hyssopus*, *Nepeta*, *Lophanthus*, etc., la

glande est portée par un pédicelle court de une ou deux cellules. Elle peut même paraître sessile.

De semblables glandes à pédicelle moyen sont rares non seulement chez les Labiées, mais même chez les autres plantes. Le genre *Stachys* en offre cependant des exemples.

Enfin, dans les *Ballota hirsuta* et *Scutellaria alpina*, on rencontre des glandes 2-cellulaires à poil allongé.

2° On trouvera des glandes à *quatre cellules* dans beaucoup de Labiées. — On s'assurera que les précédentes ne sont pas un état premier de celles-ci, en examinant les Sauges par exemple (*Salvia splendens*, *farinacea*, etc.), où l'on ne trouvera que des glandes à quatre cellules à quelque âge que ce soit de la plante (Martinet, *loc. cit.*). On rencontre les mêmes glandes dans beaucoup d'autres Labiées, *Lamium album*, *Galeopsis ladanum*, etc. — Mais toutes les glandes à quatre cellules que l'on rencontre chez les Labiées sont à poil court. — Pour les glandes 4-cellulaires à poil moyen, il faut les rechercher dans les Solanées (*Solanum rubrum*). Celles à poils longs sont encore plus rares (*Cucumis melo*).

3° Glandes à huit cellules (voir p. 171).

4° Glandes à 16-32 cellules. Elles ne se rencontrent que dans deux genres parmi les Labiées (*Galeopsis* et *Scutellaria*). Elles y sont à pédicelle long.

On en trouve de semblables à pédicelle court dans le *Cannabis sativa*. Pour bien étudier ces glandes, il faut absolument pratiquer des coupes dans le tissu glanduleux lui-même.

C. **Glandes pluricellulaires par cloisonnements non exclusivement verticaux.** — Ces sortes de glandes se rencontrent principalement dans les Solanées (1). Dans les *Nicotiana auriculata*, *glutinosa*, etc., ainsi que dans le *Cicer arietinum*, ces glandes consistent en plusieurs cellules superposées, résultant de cloisonnements horizontaux, et surmontées de trois ou quatre cellules dues à la production de cloisons verticales.

Signalons enfin, dans le *Geum urbanum* (fig. 86) et le *Schizanthus pinnatus*, de pareilles glandes surmontant un poil formé de plusieurs rangées de cellules juxtaposées.

(1) On trouve même dans l'*Atropa Belladona* des glandes pluricellulaires par cloisonnements uniquement horizontaux.

**Etude** *de quelques exemples de glandes dont le produit de sécrétion s'accumule entre la paroi des cellules et leur cuticule soulevée.*

Parmi les glandes que nous avons étudiées, celles des *Salvia* et des *Cannabis*, par exemple, présentent cette particularité. Nous allons étudier plus spécialement quelques glandes des *Labiées*, celles du Houblon et les glandes des bourgeons.

**1° Labiées.** — Dans beaucoup de Labiées on trouve des glandes pluricellulaires, que l'examen des glandes du *Satureia montana*, par exemple, fera parfaitement bien connaître. Si l'on enlève un lambeau d'épiderme sur une feuille de cette plante et qu'on examine la face inférieure de cet épiderme au microscope, on aperçoit à travers les cellules épidermiques une formation particulière consistant en une petite ouverture arrondie (voir fig. 87, C), d'où partent en rayonnant huit cellules allongées plus larges en dehors qu'en dedans, et qui, accolées l'une à l'autre, offrent l'aspect d'une coupe de cristal renversée. Si le même épiderme est examiné par sa face supérieure, on observe, à l'endroit correspondant à la première figure, une vésicule arrondie ou réniforme remplie d'un suc jaune, quelquefois noirâtre, ou au contraire assez limpide pour permettre d'apercevoir par transparence la même disposition qu'à la face inférieure. Si l'on pratique des coupes sur les mêmes feuilles, on reconnait que l'on a affaire à des glandes très brièvement pédicellées, montées sur une seule cellule, dont on avait précédemment l'image au centre des huit cellules rayonnantes. Ces glandes en forme de cupules sont surmontées d'une sphère hyaline remplie d'huile essentielle (*a*). La sphère est le résultat du décollement de la cuticule, le produit de sécrétion s'étant extravasé entre les cellules sécrétantes et leur cuticule qui s'est peu à peu soulevée et constitue ainsi le réservoir de la glande (fig. 87, A).

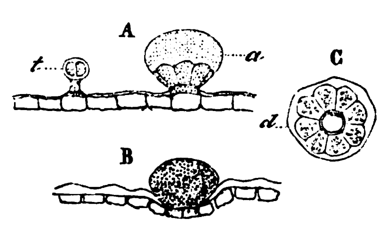


Fig. 87. — Glandes de la Ballote noire (voir l'explication dans le texte).

En observant le développement de ces glandes, on voit que deux premiers cloisonnements verticaux déterminent dans la jeune utricule quatre cellules de dimensions égales. Puis, dans ces cellules se produisent de nouveaux cloisonnements, mais de telle sorte que chacune d'elles se trouve alors divisée en une grande cellule et une petite (Martinet, *loc. cit.*). Cette irrégularité ne porte que sur la partie supérieure de la glande, de telle sorte que, vue par sa face inférieure, elle parait formée de huit cellules égales.

Les coupes montreront encore, ce que ne pourrait faire voir le simple soulèvement de l'épiderme, que les glandes qui nous occupent se trouvent placées dans une fossette ou dépression de l'épiderme qui tantôt est peu profonde (*Thymus vulgaris*), tantôt au contraire est très marquée, à bords

presque à pic (fig. 87, B) (*Satureia montana*, *S. hortensis*, *Calamintha nepeta*, *Glechoma hederacea*, etc.), tantôt enfin très évasée (*Hyssopus officinalis*.

Nous avons dit enfin que chez les Labiées ces sortes de glandes sont pour ainsi dire sessiles, tant leur pédicelle est court; dans d'autres plantes, *Veronica glandulosa*, *Antirrhinum majus*, on en trouvera pourvues d'un long pédicelle.

**Glandes du Houblon. Lupulin.** — Ces glandes, très semblables aux précédentes, s'en distinguent cependant par le mode de cloisonnement, qui n'est point exclusivement vertical. Depuis les recherches de M. Personne (1), on sait que le lupulin, qui se présente sous l'aspect d'une poussière jaune, est formé par des glandes qui affectent la forme d'un gland muni de sa cupule (fig. 88, *h*) et qui naissent en grand nombre sur les ovaires, sur la face inférieure des bractées et sur celle des feuilles du Houblon.

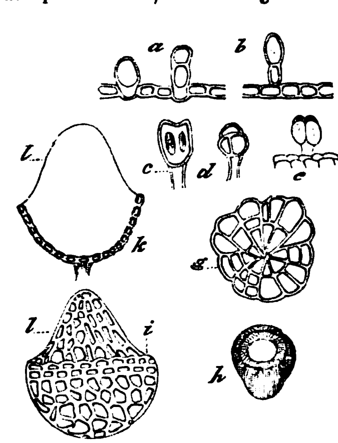


Fig. 88. — Développement des glandes du Houblon (Lupulin), d'après M. Personne.

Examinées à un grossissement de 200 à 300 diamètres, ces glandes paraissent formées de deux parties, l'une inférieure cupuliforme, l'autre supérieure conoïde, de structure apparente semblable. — Elles sont constituées de cellules plus ou moins irrégulières, rangées le plus souvent en séries rayonnantes du sommet du cône et du centre de la cupule à la ligne où ces deux parties se réunissent (fig. 88, *l*, *i*). Mais ce n'est là qu'une apparence Car, au moyen de coupes et d'un examen attentif, on constate que la moitié inférieure ou cupuliforme du grain est formée d'une seule couche de cellules (*k*), et c'est par la base de cette cupule que la glande est fixée, tandis que la moitié supérieure ou conique (*l*) est constituée par une membrane fort mince, continue. Les cellules qui sont dessinées à sa surface ne sont que les empreintes des cellules de la cupule.

Si l'on étudie le développement de cette glande, on assiste aux phénomènes suivants: « Elle commence comme un poil par une cellule qui se développe entre celles de l'épiderme (*a*). Cette cellule saillante à l'extérieur se partage en deux par une cloison transversale, à la hauteur de la surface externe de cet épiderme. La cellule qui résulte de cette division se partage à son tour transversalement en deux cellules (*b*) dont l'inférieure constituera le pédicelle, et la supérieure la glande par une série de cloi-

(1) Personne, *Ann. Sc. nat.*, *Bot.*, 4e série, t. I, 1854.

sonnements non plus horizontaux, mais verticaux (*c, d, e*). » (Personne, *loc. cit.*) Finalement on obtient un disque (*g*) dont les bords se relèvent pour former une cupule presque sessile sur l'épiderme (*l, i*). Alors commence la sécrétion d'un liquide jaune par cette glande. Ce liquide, à mesure qu'il se forme, s'épanche sur toute la surface interne de la cupule, entre les cellules qui le sécrètent et la cuticule qui les recouvre. Celle-ci, peu à peu soulevée sur toute l'étendue de la face interne de la cupule, est refoulée à l'extérieur et prend un aspect conoïde en même temps qu'à sa surface elle conserve l'empreinte des cellules dont elle a été détachée.

On peut provoquer artificiellement le soulèvement de cette cuticule en plaçant les cupules dans de l'eau légèrement alcalisée; on les voit alors passer peu à peu par tous les états jusqu'à la forme définitive de la glande en forme de gland.

**Poils glanduleux des bourgeons.** — Ces poils ou *collétères* (Hanstein) (1), qui produisent les matières visqueuses et résineuses dont sont fréquemment pourvus les bourgeons des arbres et arbrisseaux, sont très semblables aux précédentes formations. Tantôt portées par les écailles protectrices du bourgeon (*Æsculus*), tantôt par les stipules dont le développement précède celui des feuilles (*Viola, Prunus*), tantôt enfin par les jeunes feuilles elles-mêmes (*Syringa, Ribes sanguineum*), ces glandes affectent des formes diverses, mais dans toutes la matière sécrétée (mucilagineuse ou résineuse) s'accumule entre la cuticule et les cellules de la glande (2).

*b.* **Glandes unicellulaires intérieures.** — On les rencontre dans diverses familles de plantes et en particulier dans les *Laurinées*, les *Monimiacées* et les *Valérianées*.

**Laurinées.** — Si l'on pratique des coupes sur la feuille du *Laurus nobilis* par exemple, on constate dans l'assise des cellules en palissade certaines cellules dépourvues de chlorophylle et remplies de gouttelettes réfringentes : ce sont là des glandes unicellulaires (fig. 89, *g*). On en rencontre de même nature dans les *Laurus camphora* et *benzoin*, où elles naissent presque indistinctement dans l'un ou l'autre des deux parenchymes de la feuille. Les recherches de M. G. Planchon (3)

(1) *Ueber die Organe der Harz-und Schleimabsonderung in den Laubknospen.*, *Bot. Zeitung*, 1868).

(2) D'après M. Hanstein, le mucilage gommeux ainsi produit n'est pas sécrété par les cellules, mais provient de la transformation d'une couche de la membrane cellulaire située sous la cuticule. M. Hanstein nomme cette couche *colligène*.

(3) *Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale*, t. I, p. 588.

ont également établi l'existence de ces cellules dans la racine du *Sassafras officinalis*. Sur des coupes de cette portion du végétal, on observe une écorce limitée intérieurement par une zone formée de cellules tubulaires, et recouvrant un parenchyme brunâtre parmi les éléments duquel on distingue des cellules généralement plus volumineuses que les utricules voisines, et remplies d'huile essentielle. Dans le bois, on retrouve çà et là de grosses cellules oléifères et également isolées.

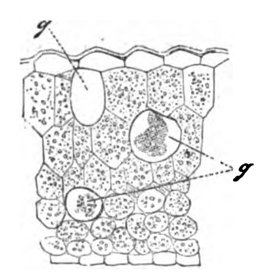



Fig. 89. — Glandes unicellulaires dans le parenchyme de la feuille du *Laurus nobilis*. — *g*. Glandes.

**Monimiacées.** — Ce sont également des glandes unicellulaires différenciées au milieu du parenchyme herbacé et de la moelle, ou encore dans le mésophylle des feuilles, que l'on observe dans les Monimiacées (*Peumus Boldo*, *Calycanthus occidentalis*, etc.) (1).

**Valérianées.** — Enfin, dans la famille des Valérianées, nous retrouvons des cellules isolées, diversement réparties dans la racine et la tige, et qui renferment les substances actives qu'elles ont produites. Ces cellules oléo-résinifères sont localisées soit dans la couche péricyclique du parenchyme cortical des rhizomes (*Nardostachys*), soit dans cette assise et en même temps dans celle qui confine à l'épiderme (*Valeriana offic.*, *V. celtica*, etc.); on en trouve dans la moelle du *Valeriana montana*.

## § 4. — DEUXIÈME GROUPE.

*Le réservoir est un poil surmontant le tissu glanduleux.*

Deux cas peuvent se présenter : ou bien la glande est *extérieure*, c'est-à-dire au-dessus de l'épiderme (*Urticées*); ou bien elle est *intérieure*, c'est-à-dire au-dessous de l'épiderme au milieu du parenchyme de la feuille ou de l'organe qui porte la glande (*Malpighiacées*).

(1) Cl. Verne, *Étude sur le Boldo*. Thèse de l'École supérieure de pharmacie de Paris, 1874.

**Urticées.** — Dans l'*Urtica urens* on trouve, à la surface des feuilles et des tiges, des poils d'une structure toute particulière, dont on fera l'étude au moyen de coupes, les unes perpendiculaires à l'épiderme qui les porte, et les autres transversales, dirigées sur les diverses parties de la glande. Ces poils sont formés d'une seule cellule qui se renfle inférieurement en une ampoule ovoïde enchâssée dans une petite colonne cylindrique (fig. 90, A), et pleine. Celle-ci, pour le recevoir, se creuse en godet (*b*), qui s'amincit à son bord supérieur jusqu'à n'être plus formé que de deux rangs, puis d'un seul rang de cellules, comme le montrent les coupes transversales C, B. De même, au moyen de coupes transversales, on constate que le pied qui supporte ce poil est un tissu de cellules en continuité avec le parenchyme sous-jacent. Ce tissu est la portion sécrétante de l'appareil. Il est plein dans sa partie inférieure (*a*), comme le montre la coupe transversale (D) sise à gauche du poil. Quant au liquide produit, il se réunit dans le poil.

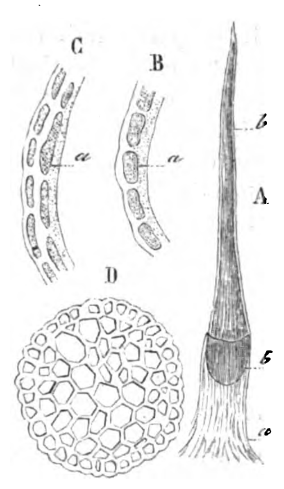


Fig. 90. — Glande et poil de l'*Urtica urens* (d'après M. Duchartre).

**Malpighiacées.** — Les longs et durs poils que l'on trouve à la face inférieure des feuilles du *Malpighia urens* sont à peu près de même nature. Seulement la glande, au lieu d'être placée à la surface du parenchyme foliaire, est plongée au milieu même de ce parenchyme, sous l'épiderme. Le tissu glanduleux est formé de cellules généralement petites et remplies de granulations fines de forme arrondie ; cette glande est surmontée d'un poil dit *en navette*, c'est-à-dire constitué de deux parties : l'une, normale à l'épiderme, est formée par une cellule courte, souvent à peine plus haute que les cellules épidermiques qui l'entourent ; l'autre, très allongée et parallèle à l'épiderme, forme deux longues branches pointues provenant

de la ramification de la cellule. Ces poils en navette peuvent dépasser un demi-centimètre de longueur. Leurs pointes très acérées sont formées par un épaississement de la paroi de la cellule. — Dans ces poils se trouvent de nombreux globules huileux, produit de la sécrétion de la glande sous-jacente.

La préparation de ces glandes avec leur réservoir est assez délicate, et ne s'obtient qu'à l'aide de certaines précautions. En effet, les poils sont tellement durs qu'ils se détachent de la feuille dès qu'on veut pratiquer des coupes. Ils se séparent donc de la glande et se présentent le plus souvent isolés au milieu de la préparation; on ne voit plus sur l'épiderme que la trace de la base du poil. Pour obtenir une préparation complète de la glande et du poil, il faut préalablement laisser la portion de feuille où l'on pratiquera les coupes se ramollir dans l'eau alcaline. Le poil perdra alors de son élasticité et, avec quelque soin, on arrivera à faire de bonnes coupes qui, pour être intéressantes, devront être dirigées suivant le grand axe du poil.

**Tentacules glandulifères.** — Sous ce nom nous désignons les curieux appareils de sécrétion que l'on observe à la surface des feuilles de certaines plantes de la famille des Droséracées, appareils qui au premier aspect ressemblent à des poils glanduleux, mais qui par un examen plus approfondi ne nous paraissent pas pouvoir supporter la comparaison. Les tentacules des Droséracées ont été successivement étudiés par MM. Grœnland, Trécul, Warming, Darwin (1), etc.

Ces appareils glanduleux pris, par exemple, sur les feuilles du *Drosera rotundifolia*, se composent de deux parties distinctes, savoir : un pédicelle et un tissu glandulaire au sommet.

Le pédicelle n'est pas un poil ; voici en effet, d'après Trécul (*loc. cit.*), quelle en est la structure :

Il se compose de trois parties :

1° Un épiderme formé de cellules allongées, teintées en rose à la partie supérieure de l'organe, et parsemé, principalement à la base, de petits stomates semblables à ceux du limbe de la feuille.

2° En dedans de cet épiderme, on aperçoit, sur les coupes transversales, un parenchyme à cellules allongées renfermant de la chlorophylle et par places aussi de la matière colorante rose.

(1) Trécul, *Ann. des Sc. nat., Bot.*, 4e série, t. III. — J. Grœnland, *Ann. sc. nat., Bot.*, 4e série, t. III. — Warming, *Sur la différence entre les trichomes. Extr. des Ann. Soc. des sc. nat. de Copenhague.* — Darwin, *Plantes insectivores*. Paris, 1877.

3° Enfin, au centre du pédicelle, il existe un système vasculaire composé par un faisceau de deux à trois trachées d'une grande délicatesse qui s'étendent jusqu'au milieu de la glande.

Quant à la glande, elle n'est pas moins remarquable par sa structure. D'après les recherches de Warming (*loc. cit.*), elle est formée d'une agglomération de trachéides spiraux et réticulés au milieu desquels viennent se perdre les trachées du pédicelle. D'autre part, autour de cette masse centrale se trouvent trois couches de cellules. La plus profonde, celle qui enveloppe directement les trachéides, est formée de cellules allongées dont les plus inférieures se relèvent en dehors et atteignent la surface épidermique. Les deux autres couches sont formées de cellules polyédriques.

D'après la structure que nous venons d'exposer, on voit que ces appareils, tant par le pédicelle que par la glande, sont absolument distincts des poils glanduleux.

Nous n'insisterons pas davantage sur l'étude de ces intéressants organes. Ajoutons qu'on les rencontre dans les diverses espèces de *Drosera*, dans le *Drosophyllum lusitanicum*, etc.

## § 5. — TROISIÈME GROUPE.

*Le réservoir est une lacune produite par résorption des cellules sécrétantes.* — Toutes ces glandes sont pluricellulaires. Comme celles du groupe précédent elles peuvent être *extérieures* ou *intérieures*.

1° *Glandes extérieures.* — Les glandes de cette nature, *extérieures*, sont peu répandues. Ce sont elles qu'on observe dans le *Dictamnus* et le *Cuphea lanceolata* (Martinet, *loc. cit.*).

*Dictamnus albus.* — Si l'on fait des coupes sur les pédoncules, les bractées, le calice, la corolle ou les étamines du *Dictamnus*, on y trouve trois sortes de poils :

1° Des poils ordinaires ;

2° Des poils glanduleux à leur sommet;

3° Enfin des poils courts formés généralement de trois, quatre ou cinq cellules peu développées. Ces derniers organes reposent sur une glande volumineuse de forme à peu près sphérique, adhérente à l'épiderme par une large surface (Martinet). La glande est formée, comme le montre une coupe menée perpendiculairement à l'épiderme, par deux sortes de tissus bien distincts : l'un, enveloppant, n'est qu'une légère

modification de l'épiderme; l'autre, enveloppé ou glandulaire, se distingue par la délicatesse des parois de ses cellules; ces dernières se résorbent lentement et forment bientôt une lacune où s'accumule le produit de la sécrétion.

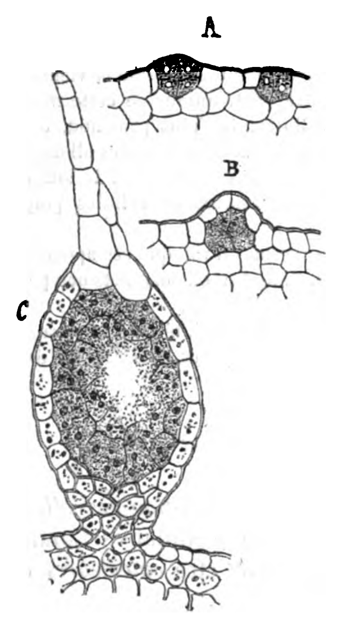



Fig. 91 (d'après Rauter). — Glande de *Dictamnus fraxinella*. A et B, premiers stades du développement — C, glande développée, avec réservoir.

D'après Rauter le développement de ces glandes prend son point de départ dans une cellule du jeune épiderme; cette cellule se divise par des cloisons d'abord perpendiculaires, puis tangentielles, de manière à former deux assises cellulaires (A, fig. 91); l'assise externe prolonge simplement l'épiderme, tandis que l'interne, en continuant à se diviser, engendre tout le tissu de la glande. Par la suite du développement, le corps tout entier de la glande est en quelque sorte expulsé de l'organe et rejeté à sa surface.

Les glandes du *Cuphea lanceolata* présentent une disposition à peu près semblable, sauf que le poil est constitué par toutes les cellules qui recouvrent la partie supérieure de la glande, aussi est-il formé de plusieurs rangées de cellules.

2° *Glandes intérieures*. — Les glandes de cette sorte sont répandues dans un certain nombre de familles de plantes, parmi lesquelles nous citerons particulièrement les *Aurantiacées*, les *Rutacées*, les *Hypéricinées*, les *Térébinthacées* et les *Myrtacées*. Nous prendrons pour type celles des Aurantiacées.

Leur mode de développement est partout le même; la glande, d'abord unicellulaire, ne tarde pas à acquérir un nombre variable de cellules, dont la résorption ultérieure déterminera la formation d'un réservoir où s'accumulera le produit de sécrétion (fig. 91, A et B).

Pour observer ces glandes, il suffit de pratiquer des coupes minces sur les feuilles ou sur l'épicarpe des divers *Citrus*. On tiendra compte, dans l'observation, des parties de la glande sur lesquelles aura porté la coupe. Si la coupe passe par le centre d'une glande, on n'apercevra qu'une large lacune remplie d'huile et bordée le plus souvent d'une assise incomplète de cellules sécrétantes (fig. 92, *g*); mais si la coupe passe par un plan presque tangentiel à la surface de la glande, on apercevra au milieu du mésophylle un parenchyme à cellules remplies de granulations et de globules huileux qu'il ne faudrait pas prendre pour une glande jeune, car cette apparence est due à ce que le plan de la coupe traverse l'assise des cellules périphériques de l'organe, laissant de côté la cavité même que l'on apercevrait sur une autre coupe. Dans ce même cas, la glande paraîtra assez profondément enfoncée dans le parenchyme de la feuille. Ce n'est là toutefois qu'une apparence due à la direction même de la coupe qui n'atteint qu'une portion de la périphérie de l'organe, car toutes les glandes des feuilles aussi bien que des fruits des Aurantiacées sont en contact avec l'épiderme (Martinet, *loc. cit.*).

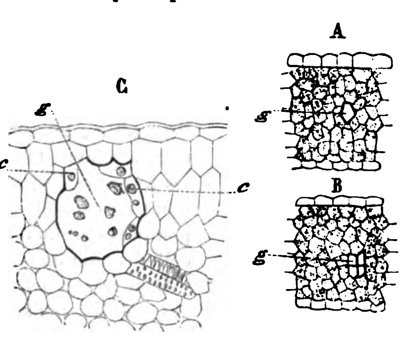



Fig. 92. — Coupes sur les feuilles du *Citrus Aurantium*. Développement des glandes.

Ces glandes s'observent aux deux faces des feuilles des Citrus, mais elles sont plus abondantes à la face supérieure. Enfin, en faisant des coupes qui intéressent toute la largeur des jeunes feuilles, on pourra rencontrer ces glandes à divers états de développement, car elles n'apparaissent pas toutes à la même époque dans le mésophylle. Les glandes des bords de la feuille se développent en général avant celles du milieu.

Les glandes de l'épicarpe du fruit des Aurantiacées ont une structure et un mode de développement identiques.

*Hypéricinées.* — Ces glandes, très abondantes dans les feuilles des Mille-

pertuis, offrent les mêmes caractères généraux que les précédentes. Elles ne présentent toutefois jamais un aussi grand nombre de cellules sécrétantes.

*Rutacées.* — Dans les *Ruta* et les *Diosma* on trouve des glandes pluricellulaires de même structure et d'un développement identique à celui des glandes des Aurantiacées. — Dans le *Ruta angustifolia* ces glandes existent dans les feuilles, les pétioles, les rameaux et les tiges. Contrairement toutefois à ce que l'on observe dans les Aurantiacées, ces glandes ne sont pas absolument en contact avec l'épiderme. Elles en sont à peu près constamment séparées par une assise de cellules chlorophylliennes.

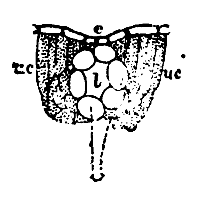



Fig. 93. — Glande intérieure de *Ruta graveolens*. — *g*. Cellules sécrétantes. — *l*. Réservoir. — *e*. Épiderme. — *m*. Mésophylle.

Dans le *Diosma alba*, on rencontre également de ces glandes, mais elles n'atteignent généralement pas le degré de complication qui nous a été offert par les diverses plantes précédentes. — Le plus souvent en effet elles ne comprennent que huit cellules, et elles s'arrêtent même parfois à quatre cellules constitutives.

Le *Dictamnus Fraxinella* présente des glandes pluricellulaires intérieures de même structure que les précédentes, mais qui méritent d'être signalées pour leur mode de développement. Elles prennent en effet leur origine dans deux cellules, dont l'une appartient au jeune épiderme et l'autre à l'assise parenchymateuse sous-jacente (Rauter). La première forme de son côté deux assises de cellules, dont l'externe prolonge l'épiderme, tandis que l'interne contribue à la formation du tissu de la glande, tissu constitué en grande partie par les divisions de la seconde des deux cellules mères primitives.

*Térébinthacées.* — Les feuilles du *Schinus molle* par exemple présentent deux sortes d'organes de sécrétion dans leur parenchyme. Ce sont, d'une part, des glandes tout à fait semblables à celles que nous avons décrites dans les Aurantiacées, et, d'autre part, des *canaux oléifères*, qui ne se distinguent des précédentes glandes que par les proportions dans lesquelles se fait la différenciation du parenchyme en tissu glandulaire. Si bien que, lorsqu'arrive la résorption des cellules, on obtient non pas une lacune courte, mais une lacune souvent très étendue au milieu du parenchyme.

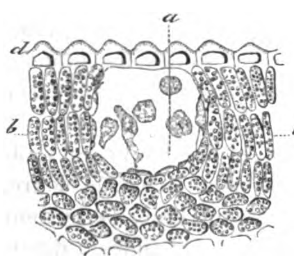



Fig. 94. — Feuille d'*Eucalyptus globulus* (coupe). — *a*. Glande. — *b*, *b*. Trois rangées superposées de cellules en palissade. — *c*. Cellules du parenchyme inférieur. — *d*. Épiderme à cuticule épaisse.

*Myrtacées.* — Les glandes foliaires du *Myrtus communis* se développent principalement au voisinage des nervures comme dans les *Ruta*; elles sont

séparées généralement de l'épiderme par une assise de cellules chlorophylliennes. Pour le reste, structure et développement, elles ne diffèrent en rien des glandes précédemment décrites dans les Aurantiacées.

Les feuilles et les rameaux des divers *Eucalyptus* (fig. 94) présentent également de nombreuses glandes pluricellulaires intérieures, construites sur le type qui nous occupe en ce moment. Ces glandes acquièrent souvent dans les rameaux un grand développement, et, soulevant l'épiderme, y déterminent des excroissances verruqueuses rougeâtres (*Eucalyptus Resdoni*) que l'on pourrait à première vue confondre avec des lenticelles ou des productions analogues.

## § 6. — QUATRIÈME GROUPE.

*Le réservoir de la glande est ouvert à l'extérieur. Glandes florales.* — Dans ce groupe rentrent les formations très diverses, connues généralement sous le nom de *nectaires*, c'est-à-dire les glandes florales. Tantôt le nectar sécrété se rassemble simplement dans le fond de la fleur (*Nicotiana*, *Labiées*), tantôt le nectaire affectant la forme d'une fossette (base des pétales des *Ranunculus*, *Fritillaria imperialis*, etc.), ou d'une coupe (*Helleborus fœtidus*, *Eranthis hyemalis*, etc.), le produit de sécrétion s'accumule dans la cavité de l'organe. D'autres fois encore, le tissu glanduleux occupe le fond d'une feuille florale développée en éperon (*Aquilegia vulgaris*, *Violariées*, etc.) et le suc remplit peu à peu la cavité de l'éperon. Il nous est impossible d'insister davantage sur ces productions, qui relèvent le plus souvent de la botanique descriptive.

**Glandes septales.** — Nous croyons cependant devoir signaler encore certaines glandes, désignées sous le nom de *glandes septales* de l'ovaire, dont Brongniart (*Ann. des Sc. natur.*, *Bot.*, t. II, série IV) a fait une étude détaillée.

Ce sont des cavités sécrétantes bien définies, à parois formées par un tissu glanduleux propre, et possédant un conduit excréteur régulier. Ces organes se trouvent chez beaucoup de Monocotylédonées (Liliacées, Amaryllidées, Broméliacées, Cannées, Musacées, Iridées et Hæmodoracées), dans la cloison qui sépare les loges de l'ovaire; ils en occupent le milieu, sur une étendue plus ou moins considérable; c'est une sorte de dédoublement qui partage la cloison en deux lamelles qui appartiennent à chacun des carpelles contigus. Le tissu qui

tapisse cette cavité est plus dense que celui du reste de l'ovaire. Il est formé de cellules plus petites, remplies d'une matière jaunâtre.

La cavité de ces glandes se prolonge, vers l'extérieur, en un canal étroit qui aboutit à la surface de l'ovaire dans le fond du sillon qui indique presque toujours au dehors la ligne de jonction des carpelles. C'est donc au moyen de coupes longitudinales de la cloison des ovaires des plantes précitées, qu'on pourra bien étudier ces organes de sécrétion.

## § 7. — CINQUIÈME GROUPE : CANAUX SÉCRÉTEURS.

*Le réservoir est un espace intercellulaire dû à l'écartement des cellules sécrétantes.* — Dans ce cas, les cellules de sécrétion ne disparaissent pas, et se retrouvent toujours autour du canal ou méat qu'elles limitent. C'est dans ce groupe que rentrent les *canaux sécréteurs*, si répandus parmi les végétaux et sur lesquels nous devons insister quelque peu à cause de l'importance des produits qu'ils fournissent à la matière médicale.

Les canaux sécréteurs affectent partout les mêmes caractères essentiels de structure.

Ce sont des cavités intercellulaires sans paroi, très développées en longueur et bordées dans toute leur étendue de cellules, distinctes des cellules environnantes tant par leur forme que par leur contenu. Ces *cellules de bordure* sont les parties actives de l'organe; ce sont elles qui sécrètent les produits de nature diverse suivant les plantes, produits qui viennent se réunir dans le canal voisin.

**Étude.** — Pour étudier les canaux sécréteurs, on devra pratiquer sur le tissu qui les renferme des coupes transversales et longitudinales par rapport à leur grand axe. L'examen des coupes transversales portera sur le nombre des cellules de bordure. Le plus souvent celles-ci ne forment qu'une seule assise; mais, dans certains cas, elles sont groupées en deux ou trois assises autour de la cavité. La forme des cellules, généralement ronde ou courbée en arc, l'épaisseur de leurs parois ordinairement peu considérable, enfin le contenu des cel-

lules, le diamètre du canal, etc., sont autant de points qui devront être successivement étudiés.

Par les coupes longitudinales, on se rendra compte de l'étendue du canal, qui apparaîtra comme une cavité allongée, bordée de chaque côté (fig. 95, D) par les cellules sécrétantes. On reconnaîtra également que le canal est continu dans tout son parcours et qu'il n'offre aucune ramification.

Notons que l'emploi de l'alcool pour durcir les tissus qui renferment des canaux résineux, bien qu'offrant certains avantages, présente aussi l'inconvénient de dissoudre les produits de sécrétion huileux ou résineux. Il en résulte dans certains cas une plus grande difficulté pour la recherche des canaux résineux, surtout lorsque ceux-ci sont encore peu développés et au début de leur formation.

**Mode de formation des canaux sécréteurs.** — Pour cette étude, on pratiquera des coupes sur de jeunes tiges de Lierre ou sur des radicelles d'Ombellifères. Les canaux des fruits des Ombellifères pourront également servir de sujets d'étude. Sur des coupes transversales d'un jeune fruit de *Myrrhis odorata*

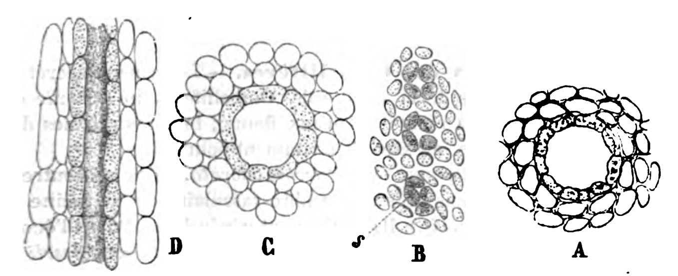



Fig. 95. — A. Canaux résineux en coupe transversale, pris dans le parenchyme cortical au voisinage des vaisseaux libériens dans l'*Aralia spinosa*. — B. Canaux résineux en voie de développement dans le fruit du *Myrrhis odorata* (Moynier). — *s*. Cellules sécrétantes s'individualisant. — C. Canal sécréteur d'un fruit d'Ombellifère, en coupe transversale. — D. Coupe longitudinale d'un canal résineux dans le *Conium maculatum* (Moynier).

par exemple (fig. 95, B), on voit d'abord des groupes de quatre à cinq cellules qui se différencient des cellules du tissu ambiant par la délicatesse de leurs parois, leur forme et surtout leur contenu granuleux. Si le développement est peu avancé, ces cellules apparaîtront pressées les unes contre les autres

(*s*); un peu plus tard elles s'écartent, et un méat, premier vestige du canal, se forme entre elles, comme on peut le voir également sur la figure B. Dans les tiges et les racines à canaux sécréteurs, les cellules de bordure forment également, tout d'abord, des groupes de quatre ou cinq cellules (Van Tieghem, *loc. cit.*). Plus tard, ces cellules se multipliant en même temps qu'elles s'écartent, on a bientôt sous les yeux, comme le montre la figure 95 en A et C, un orifice large, celui du canal, bordé d'une couronne de cellules sécrétantes (1).

Il est encore un point fort intéressant sur lequel on doit porter la plus grande attention dans l'étude des canaux sécréteurs. Nous voulons parler de leur *localisation*. Le siège de ces organes est en effet très variable; aussi croyons-nous devoir entrer dans quelques détails à ce sujet.

Les plantes qui renferment des canaux sécréteurs sont très nombreuses. On en trouve dans les Ombellifères, Araliacées, Térébinthacées, Composées, Clusiacées, Pittosporées, Bursé-racées, Aroïdées, Alismacées, Butomées, et dans certaines Fougères (*Marattia*) et Lycopodiacées (Hegelmayer, *loc. cit.*). Nous ne parlerons que des plus importantes.

**1° Canaux résineux des Ombellifères.** — Les canaux sécréteurs forment dans les plantes de la famille des Ombellifères un système continu s'étendant depuis la racine jusqu'aux fleurs; tous les organes de la plante, sauf les étamines, en sont abondamment pourvus.

*Racine.* — A part l'*Opopanax* et le *Myrrhis odorata*, on ne rencontre pas de canaux sécréteurs dans le système fibro-vasculaire de la racine des Ombellifères (Trécul, *loc. cit.*). Ils se tiennent généralement dans l'écorce, disposés en séries radiales (*Heracleum*, *Eryngium giganteum*, *Seseli varium*) ou en cercles concentriques réguliers (*Opopanax*, *Eryngium campestre*, *Fœniculum vulg.*, *Buplevrum angulosum*, etc.). On en rencontre également dans la moelle.

(1) On conçoit que, pour que le canal puisse se produire, il faut que le tissu ambiant subisse un accroissement transversal qui permette la formation d'un vide entre les cellules sécrétantes. Aussi ne s'étonnera-t-on pas de trouver dans la moelle du *Pinus*, par exemple, dont l'accroissement transversal est insensible, des groupes de cellules qui, par leur forme et leur contenu, ressemblent aux cellules de bordure des canaux résineux, mais qui ne s'écartent cependant pas pour constituer un canal. C'est qu'ici le bois déjà formé empêche tout accroissement transversal de la moelle, et, par suite, la formation de cavités intercellulaires. (Sachs, *loc. cit.*)

La répartition des canaux résineux dans la racine des Ombellifères est encore intéressante à étudier à un autre point de vue.

M. Van Tieghem (*loc. cit.*) a montré en effet que ces canaux se produisent en dehors des faisceaux vasculaires et libériens, aux dépens des cellules rhizogènes. Dès lors les radicelles ne peuvent naître que dans l'espace qui sépare ces deux ordres de faisceaux. C'est là une remarquable exception à la règle générale de formation des radicelles. Ajoutons, pour terminer, que les canaux que l'on rencontre dans la racine, lors de son premier développement, ne persistent pas tous. Ceux qui se trouvent à la partie externe des faisceaux libériens s'oblitèrent par suite du développement de ces faisceaux. Par contre, de nouveaux canaux apparaissent dans les tissus de formation ultérieure. C'est ainsi que des canaux sécréteurs ne tardent pas à prendre naissance au milieu du parenchyme cortical de formation secondaire.

*Tige.* — Dans la tige, les canaux résineux sont répartis dans le tissu parenchymateux de la moelle, dans le parenchyme cortical, d'une part au voisinage de l'épiderme et d'autre part non loin des faisceaux libéro-ligneux qu'ils accompagnent dans leur trajet. Tantôt ces derniers canaux sont englobés au milieu même des éléments des faisceaux, tantôt ils occupent leur face externe. Dans le genre *Eryngium*, on en rencontre à la fois à la face externe et à la face interne des faisceaux. (Moynier de Villepoix, *loc. cit.*)

Dans leur parcours, les canaux résineux sont généralement dépourvus de ramifications, mais ils s'anastomosent aux nœuds.

*Feuilles.* — Dans les feuilles, le système sécréteur suit la même marche que dans la tige. Les canaux y occupent la face externe des faisceaux, le parenchyme foliaire et le tissu sous-épidermique. Ainsi, dans la feuille du *Crithmum maritimum* on peut voir, sur les coupes perpendiculaires à la surface du limbe, un canal à la face externe de chaque faisceau des nervures. Il y en a quatre à la face externe du faisceau de la nervure médiane. En même temps d'autres canaux complètement indépendants du système vasculaire se trouvent immédiatement au-dessous des cellules de l'épiderme (Moynier, *loc. cit.*)

*Fleur.* — Dans la fleur, même disposition générale des canaux résineux. Les pédoncules floraux, les sépales, les pétales présentent toujours à la face externe de la nervure principale un canal oléo-résineux.

*Fruit.* — Les canaux résineux passent dans le fruit avec les faisceaux fibro-vasculaires; les uns vont former les canaux des côtes primaires (fig. 95, A, *a*,*a*), les autres pénètrent dans le carpophore où on les retrouve tantôt épars autour du faisceau fibro-vasculaire, tantôt englobés au milieu de ses éléments.

Les canaux des côtes primaires continuent leur trajet vers le style, soit directement, soit après s'être anastomosés par des branches horizontales avec les bandelettes et les canaux des côtes voisines.

Enfin les canaux sécréteurs du stylopode se continuent avec les faisceaux dans le funicule (ces canaux sont au nombre de quatre, régulièrement



disposés autour du faisceau, dans le funicule de la graine du *Smyrnium olusatrum*. (Moynier, *loc. cit.*)

*Bandelettes*. — Quant aux bandelettes, il n'y aurait pas lieu, d'après les recherches de M. Moynier, de les différencier des canaux des côtes et de la tige. Elles ne constituent point un système sécréteur particulier. Leur nombre varie avec l'âge du fruit. Ainsi, dans un ovaire de *Smyrnium olusatrum*, de 1 millimètre de diamètre, où les bandelettes commencent seulement à apparaître, on en compte un nombre égal au nombre des vallécules, tandis que le fruit développé en possède une quarantaine.

Les *bandelettes* qui occupent (fig. 96, A, *r*) le parenchyme du péricarpe

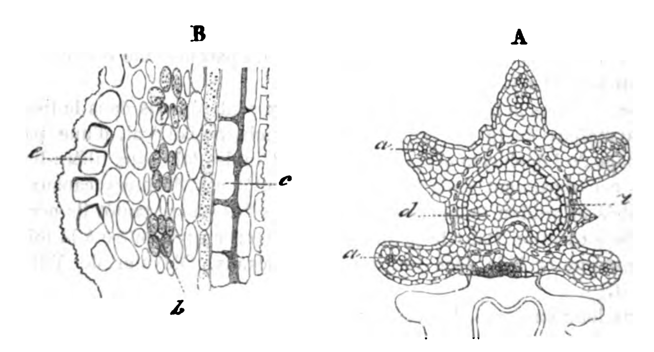



Fig. 96. — A. Coupe transversale du fruit du *Conium maculatum* (jeune). — *a*. Canaux résineux des faisceaux. — *r*. Bandelettes formant un cercle à la face interne du fruit. — *d*. Graine. — B. Coupe transversale à un fort grossissement d'une portion du même fruit. — *b*. Canaux résineux (bandelettes). — *c*. Cellules épaisses au voisinage de l'albumen. — *e*. Epiderme à cuticule épaisse (Moynier).

sont caractérisées par le grand développement qu'elles acquièrent en général, et par leur existence constante dans tous les fruits des Ombellifères. Le *Scandix pecten Veneris* et le *Conium maculatum*, qui longtemps ont été considérés comme dépourvus de bandelettes, ne font point exception à la règle. Nous reproduisons (fig. 96, B) d'après M. Moynier, une coupe d'une portion du péricarpe du fruit du *Conium maculatum*, où l'on voit très nettement en *b* les bandelettes, petites, mais nombreuses. On s'explique comment on avait nié leur existence, par ce fait, qu'elles ne sont plus visibles quand le fruit est arrivé à maturité (1).

**Araliacées**. — Ce que nous avons dit des canaux résineux dans les Ombellifères nous dispense d'entrer dans de longs détails au sujet des Araliacées. L'étroite affinité de ces deux familles se manifeste encore de la

(1) L'existence des bandelettes dans les jeunes fruits de *Conium maculatum* et leur disparition dans la suite concordent avec l'énergie plus grande des extraits de ciguë préparés avec les fruits jeunes comparativement aux extraits préparés avec les fruits mûrs.

manière la plus évidente dans la constitution et les caractères de leurs canaux résineux.

Dans la tige, c'est particulièrement dans l'écorce, au voisinage des fibres libériennes, entre celles-ci et le cambium d'un côté et le parenchyme cortical de l'autre, qu'on les rencontre. (G. Planchon, fig. 95, A.)

Dans la racine, leur situation donne lieu aux mêmes particularités que nous avons signalées au sujet des Ombellifères. (Van Tieghem, *loc. cit.*)

**Composées.** — On trouve des canaux sécréteurs dans la plupart des Composées (Trécul, *loc. cit.*; Van Tieghem). Les Chicoracées cependant font exception à cette règle, mais nous avons vu plus haut (page 161 et suivantes) que ces plantes possèdent des vaisseaux laticifères qui semblent par suite y remplacer les formations dont nous nous occupons en ce moment.

Notons à ce sujet que, d'après M. Van Tieghem, ces deux ordres d'éléments peuvent coexister dans quelques Chicoracées (*Scolymus*) et Cinarées (*Cirsium, Lappa*) (1). Ils sont alors répartis dans des systèmes différents de tissus. Les vaisseaux laticifères occupent le liber des faisceaux, et les canaux résineux se trouvent dans le parenchyme cortical. Ces canaux se font remarquer par leur ouverture toujours très étroite, ordinairement entourée par quatre cellules sécrétantes.

**Conifères** (2). — **Gnétacées.** — Dans les Gnétacées et les Conifères, les appareils sécréteurs sont plus généralement connus sous le nom de *glandes résinifères*. Ce sont en effet des espaces intercellulaires clos de toutes parts par les cellules sécrétantes, qui s'étendent sur une longueur plus ou moins considérable, et sont généralement indépendants les uns des autres. Le nom de lacunes que reçoivent quelquefois ces glandes est employé à tort, car leur mode de développement est absolument semblable à celui des canaux : « La membrane des cellules qui vont prendre « part à la formation d'une glande s'épaissit un « peu, puis s'amincit en même temps qu'elle se « dédouble ; les cellules s'écartent, se séparent et « commencent en même temps à sécréter de la « résine. » (Bertrand, *loc. cit.*)

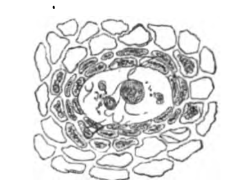
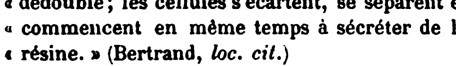


Fig. 97. — Coupe transversale d'une glande résineuse (Conifère).



La figure 97 représente la coupe transversale de l'une de ces glandes. On peut voir que les cellules sécrétantes qui bordent le réservoir sont nombreuses, car elles forment deux rangées concentriques. La répartition des

(1) Le même fait a lieu dans certaines Aroïdées (*Philodendron*) ; les laticifères appartiennent à la région libérienne des faisceaux fibro-vasculaires, et les canaux sécréteurs au tissu fondamental. (Van Tieghem.)

(2) Meyen, *Secretions-organe der Pflanzen*, Berlin, 1837. — Karsten, *Vegetation organe der Palmen* (*Abh. Berl. Akad.*, 1847). — H. Schacht, *Der Baum*, 1e édition. — Wigand, *Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle*, *Pringsh. Jahrb.*, Bd. III, 1861. — Dippel, *Histologie der Coniferen* (*Bot. Zeitung*, 1863). — J. N. Müller, *Pringsh. Jahrb.*, Bd. V. — Van Tieghem, *loc. cit.* — C. E. Bertrand, *loc. cit.*

glandes résineuses dans les Conifères varie avec les espèces considérées. Les racines (1), les tiges, les feuilles en renferment en général. Cependant chez les *Gnétacées* et le *Taxus baccata*, les feuilles en sont dépourvues. (Bertrand, *loc. cit.*)

Chez les *Pinus* et les *Larix*, ces glandes occupent le *bois* des faisceaux de la racine et de la tige, ainsi que le parenchyme cortical de la tige.

Chez les *Abies* et les *Cedrus* on les rencontre dans cette dernière région et de plus au centre de la racine.

Chez les *Cupressus* et les *Thuya*, les glandes occupent le parenchyme cortical de la tige et le *liber* des faisceaux de la racine et de la tige. Enfin dans le genre *Taxus* elles font défaut dans l'une et l'autre de ces parties de l'axe. (Van Tieghem.)

Le contenu des glandes des Conifères est une oléo-résine sécrétée par le protoplasma dont elle ne se sépare qu'à la mort de celui-ci.

(1) On ne rencontre pas de glandes résineuses dans le parenchyme cortical des racines.

# CHAPITRE V

## APPAREILS

---

Les tissus et les organes dont il a été question dans les précédents chapitres se groupent en plus ou moins grand nombre pour concourir à un même but et forment ainsi des appareils *protecteur*, *conducteur*, de *soutien* et *conjonctif*. Nous étudierons successivement les appareils :

### Art. 1.

### Appareils protecteurs.

Les appareils protecteurs siègent à la périphérie des membres des plantes et les préservent contre les agents extérieurs. Toutefois ils ne sont pas seulement représentés par les formations épidermiques, et l'on attribue également un rôle protecteur à des formations placées plus ou moins profondément en dedans de l'écorce, telles que le liège et l'endoderme. — Dans cet article, nous étudierons successivement les appareils tégumentaires.

#### A. APPAREILS TÉGUMENTAIRES.

Les appareils tégumentaires sont constitués par l'épiderme et le suber, que nous avons étudiés en tant que tissus, et aussi par certaines formations annexes qui tantôt sont produites directement par l'épiderme, tantôt résultent de modifications des tissus sous-jacents. Au premier groupe se rattachent la *cuticule* dont il a été déjà question ainsi que les poils et les papilles. Il nous reste à étudier une production qui joue dans le cas présent

un rôle important, nous voulons parler des dépôts cireux si fréquents à la surface des épidermes.

### § 1. — DÉPOTS CIREUX A LA SURFACE DE L'ÉPIDERME.

Ce sont ces dépôts qui donnent aux feuilles glauques leur ton particulier, et qui produisent sur certains fruits (prunes, raisins, etc.) le givre qui les couvre.

Ces dépôts affectent sur les épidermes trois formes principales. Tantôt étendus en *croûtes* ou couches homogènes, ils se présentent ailleurs sous l'aspect de *bâtonnets* et de *granulations*.

1° *Croûtes cireuses.* — La cire se dépose en croûtes vitreuses, polies et cassantes, quelquefois mamelonnées et d'une épaisseur moyenne de 1 μ environ sur un grand nombre de feuilles telles que celles des *Thuya orientalis*, *T. occidentalis*, *Sempervivum tectorum*, *S. calcareum*, sur les jeunes tiges d'Euphorbiacées charnues (*E. caput Medusæ*, *E. ornithopus*, *E. Canariensis*, etc.). Beaucoup d'épidermes lisses et luisants doivent cet aspect à une sorte de vernis formé par de semblables couches cireuses très minces et homogènes. Tels sont les épidermes des *Cereus alatus*, *Opuntia*, et les feuilles de *Fuchsia globosa*, *Taxus baccata*, les feuilles et tiges de *Portulaca oleracea* (De Bary, *loc. cit.*).

Ailleurs ces couches acquérant une plus grande épaisseur déterminent à la surface de l'épiderme des stries et des cannelures. Sur les jeunes feuilles de *Corypha* (*Copernicia*) *cerifera*, ces couches mesurent de 15 à 19 μ d'épaisseur. Cette cire, séparée des feuilles desséchées, est recueillie sous forme de granulations qui constituent la cire *carnauba* du Brésil.

L'épaisseur des couches cireuses atteint jusqu'à 70 μ sur les branches âgées d'*Euphorbia canariensis*. Les Palmiers à cire, *Ceroxylon* et *Klopstockia* présentent même des couches cireuses stratifiées qui atteignent 5 millimètres d'épaisseur.

2° *Bâtonnets.* — Une autre forme qu'affectent encore les dépôts cireux est celle de bâtonnets, dont on trouve déjà un bon exemple sur les feuilles de *Cotyledon orbiculata* et sur les fruits du *Benincasa* (de Bary) où ils atteignent 10 μ de hauteur sur

1 μ d'épaisseur, mais qui prennent un développement particulièrement remarquable chez beaucoup de Scitaminées et de Graminées. Sur les nœuds et les entre-nœuds de *Saccharum officinale* par exemple (fig. 98, A), ces bâtonnets, très rapprochés les uns des autres, sont fixés perpendiculairement à

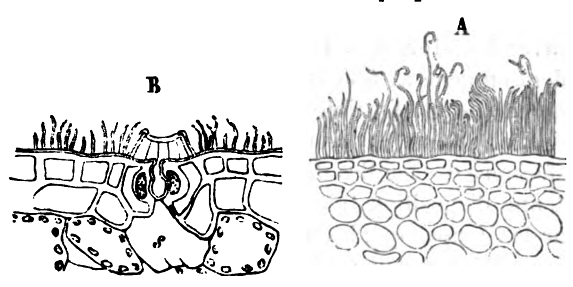



Fig. 98. — A. Coupe sur un nœud de la tige du *Saccharum officinale* (de Bary). — B. Coupe sur une feuille développée de *Strelitzia ovata*. — *s*. Chambre respiratoire. (De Bary.)

la surface épidermique. Les plus longs d'entre eux atteignent jusqu'à 100 et 150 μ de hauteur; leur épaisseur varie entre 1 μ et 4 μ. Leur forme est cylindrique ou rubanée. A leur extrémité libre, les plus longs se recourbent en forme de crochet ou de vrille plus ou moins contournée. Leur substance homogène est, chez les plus développés, finement striée en long. On trouve de semblables bâtonnets cireux sur la face inférieure des feuilles d'*Heliconia farinosa*, de *Strelitzia ovata*, sur les feuilles des tiges de *Canna*, etc. (De Bary.)

3° *Granulations cireuses*. — Les dépôts de cire sous forme de couches de granulations sont beaucoup plus fréquents que les précédents. Ces granulations, qui mesurent environ 1 μ sur les coupes transversales, sont arrondies ou en forme de bâtonnets très courts, implantés perpendiculairement à la surface épidermique (*Allium fistulosum*, branches de l'*Acer striatum*). Ces granulations, assez espacées les unes des autres sur la face supérieure des feuilles de *Tropæolum majus* par exemple, ou encore sur les feuilles de *Vitis vinifera*, sont ailleurs rapprochées jusqu'à se toucher, comme cela s'observe sur les feuilles des Choux rouges et blancs, sur les feuilles développées des Tulipes, des Dianthus, etc.

Enfin les surfaces très glauques ou très givrées de beaucoup de feuilles sont recouvertes de nombreuses granulations cireuses ou de petits bâtonnets entassés les uns sur les autres. Telles sont les feuilles des *Eucalyptus globulus*, du *Ricinus communis*, du *Secale cereale*, etc...

Pour en finir avec les dépôts cireux, signalons leurs rapports avec les stomates. Les dépôts crustacés et granuleux s'étendent en général à la surface des cellules de bordure, par conséquent jusqu'à l'ostiole des stomates. Les bâtonnets, au contraire, ne recouvrent généralement pas ces organes. Sur la face inférieure des feuilles de *Strelitzia ovata*, par exemple, ils offrent une disposition très particulière, (fig. 97, B). On peut voir sur les coupes que les bâtonnets, qui se tiennent sur les cellules annulaires qui avoisinent le stomate, penchent leurs extrémités libres vers le stomate. D'autre part, sur le bord des cellules en croissant qui forment le stomate, on voit une sorte d'anneau conique élevé, marqué à sa surface par des arêtes courbes et des fentes radiales. Cet anneau n'est autre qu'une sorte de croûte formée par l'assemblage de nombreux bâtonnets convergents. Quant à la surface même des cellules de bordure, elle est complètement libre de dépôt cireux. (De Bary.)

## § 2. — HYPODERME.

On donne le nom d'*hypoderme* à des couches de renforcement de l'épiderme qui siègent immédiatement au-dessous de lui. Ces couches peuvent varier beaucoup dans leur composition. Ce ne sont que des assises de cellules à parois minces et à contenu aqueux chez beaucoup de Broméliacées par exemple. Ces cellules en épaississant leurs parois forment ailleurs (Aroïdées, Ombellifères) des couches de *collenchyme*. Enfin les hypodermes à éléments scléreux sont également très répandus.

Dans les racines, où l'épiderme s'exfolie de très bonne heure, l'hypoderme est en général l'appareil protecteur par excellence. Dans un grand nombre de tiges, l'épiderme et les formations épidermiques elles-mêmes s'exfoliant, le rôle protecteur incombe encore au liège, véritable tissu cicatriciel

chez les végétaux. La surface tégumentaire se trouve en tous cas profondément modifiée, et il nous paraît nécessaire de donner quelques notions sur certaines de ces modifications.

### B. MODIFICATIONS DE L'APPAREIL TÉGUMENTAIRE.

#### § 3. RHYTIDOME. — LENTICELLES.

Quand se produit l'écorce secondaire (voir plus loin), il arrive souvent que l'assise génératrice devient profonde au lieu de rester périphérique comme dans les cas normaux. Elle isole ainsi des portions plus ou moins grandes de l'écorce, et ces portions isolées mourant rapidement constituent ce que l'on nomme le *rhytidome*. Lorsque ce rhytidome est persistant, il ne peut suivre l'accroissement transversal de la tige, il se fendille alors et il en résulte des crevasses (*écorce crevassée*) tantôt longitudinales (*Quercus robur*), tantôt circulaires (*Prunus cerasus*). Lorsque le rhytidome est caduc, il se détache chaque année, soit en larges plaques comme c'est le cas dans le Platane (*rhytidome écailleux*), soit en feuillets comme on le voit dans la Vigne, la Clématite, le Chèvrefeuille, etc. (*rhytidome annulaire*).

Quant aux *lenticelles*, ce sont de petites proéminences éparses à la surface des tiges. Arrondies sur les parties jeunes, elles prennent plus tard la forme de saillies linéaires plus ou moins allongées transversalement à la surface de l'écorce. — D'après M. Stahl (1), les lenticelles peuvent se former de deux manières différentes.

A. Tantôt leur développement est intimement lié à l'existence des stomates, et alors à chaque stomate peut correspondre une lenticelle (Sureau, Cerisier, Lilas, Troène, etc.); ou encore les stomates se disposent par groupes qui deviennent chacun le point de départ d'une de ces formations. D'après M. d'Arbaumont (2), dans le *Cissus quinquefolia*, chaque groupe de stomates se compose d'un gros stomate placé au centre, entouré d'organes de même nature plus pe-

(1) *Entwicklungsgesch. und Anatomie der Lenticellen. Bot. Zeitung*, 1873, nos 36, 37, 38 et 39.

(2) D'Arbaumont, *Bull. Soc. bot.*, t. XXIV.

tits et développés plus tardivement. Une troisième série de stomates, qui se forment plus tard, s'arrêtent dans leur développement et ne déterminent jamais la formation de lenticelles.

Quoi qu'il en soit, sous ces stomates isolés ou groupés (par 3 dans le Noyer, 9 dans le Peuplier, jusqu'à 30 dans l'*Hedera Regnoriana*), on voit les cellules du parenchyme qui circonscrivent la chambre sous-stomatique se modifier, perdre leur chlorophylle et combler bientôt cet espace intercellulaire (*cellules comblantes*). Toutefois chez le *Cissus quinquefolia* cette chambre stomatique ne serait jamais obstruée (d'Arbaumont, *loc. cit.*). Bientôt apparaît tout autour du tissu ainsi différencié une assise de méristème qui continuera d'engendrer des cellules qui participeront à l'accroissement de la lenticelle.

B. Dans les plantes où se forme tôt ou tard un rhytidome les choses se passent autrement. Là, en effet, les stomates disparaissant rapidement, il ne peut y avoir de relation entre ces organes et les lenticelles. Celles-ci apparaissent à la surface du périderme de formation subséquente et émanent alors du phellogène (*Berberis*, Conifères, etc.).

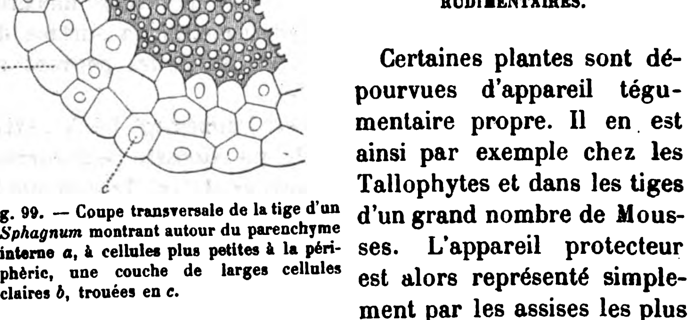


Fig. 99. — Coupe transversale de la tige d'un *Sphagnum* montrant autour du parenchyme interne *a*, à cellules plus petites à la périphérie, une couche de larges cellules claires *b*, trouées en *c*.

### § 4. APPAREILS PROTECTEURS RUDIMENTAIRES.

Certaines plantes sont dépourvues d'appareil tégumentaire propre. Il en est ainsi par exemple chez les Tallophytes et dans les tiges d'un grand nombre de Mousses. L'appareil protecteur est alors représenté simplement par les assises les plus externes du tissu qui forme la plante. Chez les Sphaignes, cet appareil est plus compliqué et comprend, d'une part, en dehors du parenchyme central, une assise de cellules, qui se distinguent par leur plus petit volume et leurs parois plus épaisses;

d'autre part, tout à fait à la périphérie, quelques assises de grandes cellules vides, qui communiquent entre elles et avec le milieu ambiant par l'intermédiaire de trous dont elles sont percées (fig. 99).

### § 5. ENDODERME.

On désigne sous le nom d'*endoderme* (*zone protectrice*) l'assise la plus interne de l'écorce.

Dans la racine, l'endoderme se reconnaît toujours très facilement à ses parois radiales plissées, ou à l'épaississement parfois considérable de ses cellules.

Dans la tige, le plissement des parois latérales ne s'observe pas avec autant de constance, on pourra toutefois le reconnaître dans un grand nombre de plantes (Aroïdées, Rubiacées, Pipéracées, Composées, Campanulacées, etc.). Ailleurs, les plissements font défaut, mais alors les grandes dimensions des cellules, leur subérification précoce, etc., permettent de reconnaître facilement l'endoderme. Ajoutons que très fréquemment un dépôt abondant d'amidon se fait dans les cellules de l'endoderme, ce qui lui a même valu le nom d'*assise amylifère* (Cucurbitacées, Ricin, etc.).

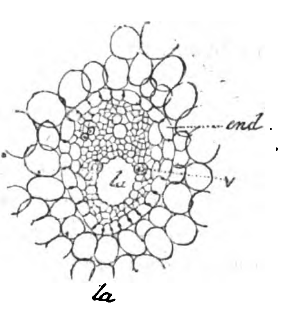



Fig. 100. — Section transversale d'un faisceau libéro-ligneux de la tige de l'*Equisetum limosum*. — *end*. Endoderme spécial enveloppant le faisceau. — *v*. Vaisseaux permanents du faisceau. — *la*. Lacunes provenant de la dissociation des vaisseaux internes (d'après Van Tieghem).

Lorsqu'aucun des caractères susdits n'existe, on reconnaîtra la place de l'endoderme en recherchant celle du péricycle (voir plus loin), qui est immédiatement recouvert par lui.

D'après ce que nous venons de dire, l'endoderme forme à la partie profonde de l'écorce une assise continue qui enveloppe le cylindre central. Il peut arriver cependant, dans quelques cas rares, que l'endoderme se fractionne en parties, qui entourent séparément chacune l'un des faisceaux libéro-ligneux. C'est ce qui se voit particulièrement chez quelques Equisétacées (*Equisetum*

*limosum* fig. 100) et chez *Menyanthes*, *Nuphar*, *Primula auricula*, etc. (Van Tieghem). — Ailleurs (*Equisetum hiemale*), outre l'endoderme normal, à la limite externe du cylindre central, il existe en dedans des faisceaux un second endoderme.

### Art. 2.

## Appareil conducteur.

L'*appareil conducteur* nettement différencié dans les plantes dites Vasculaires (Dicotylédones, Monocotylédones et Acotylédones vasculaires) a pour éléments fondamentaux les tubes criblés (voir page 149) et les vaisseaux. Ces éléments, seuls ou unis à d'autres éléments accessoires, se groupent en *faisceaux* ou cordons plus ou moins épais, qui parcourent les divers membres des plantes. Ils forment au milieu des tissus une sorte de trame ou de squelette; ce squelette peut s'observer facilement, par exemple, sur les feuilles dont une longue macération dans l'eau a désagrégé et détruit les tissus interposés aux faisceaux.

### § 6. STRUCTURE DES FAISCEAUX DÉVELOPPÉS.

Les éléments constitutifs des faisceaux se groupent très généralement de manière à former dans les faisceaux développés deux parties distinctes, savoir :

1° Le *liber* (*phloème* de Nægeli; *partie cribreuse* (Siebtheil) de de Bary).

2° Le *bois* (*xylème* de Nægeli; *partie vasculaire* (Gefasstheil) de de Bary).

Ils constituent alors les faisceaux *libéro-ligneux*.

On trouve, dans le *liber*, deux sortes d'éléments d'importance différente, ce sont : 1° les *tubes cribreux* et les *cellules grillagées ;* 2° des cellules à parois minces qui accompagnent les éléments conducteurs susdits (cellules *cambiformes*).

**Sujets d'étude.** — La tige du *Cucurbita maxima* offre un bon sujet d'étude, car les tubes cribreux y sont abondants et volumineux. Sur des coupes longitudinales, ces tubes se reconnaissent aisément, et sur des sections transversales on trouve toujours en assez grand nombre les cloi-

sons criblées qui les caractérisent. Dans cette plante, les tubes cribreux sont accompagnés de cellules à parois minces, dont la coupe est rectangulaire ou carrée.

Une semblable association de tubes cribreux et de cellules se retrouve chez beaucoup de Monocotylédonées (Graminées, par ex.), chez les *Equisetum* (fig. 108), ainsi que dans beaucoup de Dicotylédonées : Renonculées, Ombellifères (*Fœniculum*, par ex.), *Vitis*, *Aristolochia*, etc. L'arrangement des éléments y est tel, que chaque tube cribreux s'accole par une de ses faces à un tube de même nature, par une autre face à une cellule, et ainsi de suite alternativement.

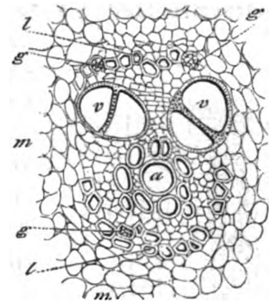


Fig. 101. — Coupe transversale d'un faisceau de *Cucurbita maxima*. — *l*, *l*. Liber. — *g*. Tubes cribreux. — *v*. Vaisseaux ponctués. — *a*. Vaisseaux annelés. — *m*. Moelle.

Ailleurs, dans le pétiole de l'*Olea Europæa*, dans la tige des *Lobelia*, des Crassulacées, Cactées, etc., les cellules à parois minces constituent des groupes plus ou moins volumineux, intercalés entre les tubes cribreux.

§ 7. ÉLÉMENTS DU BOIS DES FAISCEAUX.

Trois sortes d'éléments concourent à former le bois des faisceaux, ce sont : les *vaisseaux*, les *cellules ligneuses* et les *fibres ligneuses*.

1° *Vaisseaux*. — Les premiers vaisseaux qui apparaissent dans le bois sont les *trachées*. On les retrouve dans tous les faisceaux, alors même que tout le reste du bois du faisceau est dépourvu de vaisseaux d'une autre forme (Conifères et Cycadées).

Outre les trachées, on peut rencontrer dans le bois des faisceaux toutes les autres formes vasculaires déjà décrites. Ces éléments affectent alors généralement un certain ordre dans les tiges. Les trachées occupent la face interne des faisceaux, et les gros vaisseaux réticulés et ponctués sont à l'extérieur (fig. 101). Les trachées se font remarquer par leur longueur et leur petit diamètre; pour en bien déterminer l'existence et la situation, il faut faire des coupes longitudinales et transversales sur les faisceaux. Quant aux vaisseaux annelés, réticulés, rayés, ponctués, nous renvoyons pour leur étude à la page 146. Mentionnons encore la particularité que

présente le bois des Cryptogames vasculaires, dans lequel, abstraction faite des trachées du bois primaire, on ne trouve généralement que des vaisseaux d'une seule forme, désignés sous le nom de vaisseaux *scalariformes*.

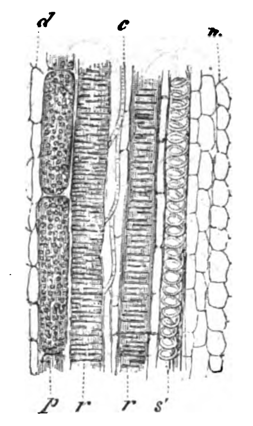



Fig. 102. — Coupe longitudinale d'un faisceau de *Malva Mauritiana*. — *m*. Moelle. — *d*. Cellules ligneuses. — *c*. Fibres ligneuses. — *p*. Vaisseaux ponctués. — *r*. Vaisseaux rayés. — *s*. Trachées.

2° *Cellules ligneuses*. — Aux éléments vasculaires du bois, viennent s'ajouter fréquemment des cellules à parois minces, à ponctuations simples ou aréolées, quelquefois lignifiées et qui se mêlent en proportions diverses aux autres éléments.

Ces cellules, qui forment le *parenchyme ligneux*, peuvent renfermer, en hiver, de l'amidon; souvent aussi elles contiennent de la chlorophylle, du tannin ou des cristaux d'oxalate de chaux. Leur répartition dans le bois des faisceaux est variable. Dans le Hêtre et le Chêne, par exemple, elles forment des assises simples, entourant chaque vaisseau comme d'une gaine propre; dans les Tilleuls, elles forment des bandes plus ou moins irrégulières qui se portent transversalement d'un bord à l'autre du faisceau.

Issues du cambium par division transversale de ses cellules avant leur épaississement, elles peuvent parfois se développer en quantité considérable et former un tissu très dense dans lequel ne se trouvent que de rares vaisseaux. Les racines charnues du Radis, de la Carotte, du Dahlia, les tubercules de la Pomme de terre, offrent de bons exemples de cette richesse du bois en tissu parenchymateux. La moelle apparente de ces organes répond en effet, par son origine, au corps ligneux d'un arbre dicotylédoné; seulement les éléments du bois, à l'exception de quelques vaisseaux, n'y sont pas lignifiés.

3° *Fibres ligneuses*. — Dans la partie vasculaire des faisceaux, on trouve très fréquemment, à côté des vaisseaux, des éléments prosenchymateux à parois généralement épaisses, dures et lignifiées, à cavité plus ou moins large suivant l'épais-

seur de la paroi. Ces fibres très nombreuses dans les bois durs se répartissent de façons diverses autour des vaisseaux. Tantôt (*Piper medium*) elles forment des masses très compactes, interrompues de place en place par les vaisseaux qui sur les coupes transversales se distinguent par leurs sections larges et leurs parois plus minces (fig. 103). Tantôt (Chênes, Figuiers, etc.) ces fibres forment des groupes répartis sans ordre appréciable et non mêlés aux vaisseaux, qui dans ces mêmes bois sont accompagnés de fibres à parois notablement plus minces.

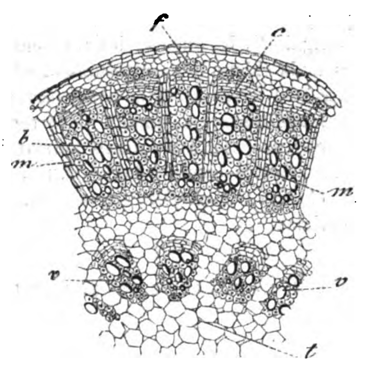



Fig. 103. — Coupe transversale sur une tige de *Piper medium*. — Bois extérieur et faisceaux dans la moelle *t*. — *v*, *b*. Vaisseaux. — *m*. Rayons médullaires — *c*. Cambium. — *f*. Fibres libériennes.

**Bois des Conifères.** — Le bois des faisceaux chez les Conifères mérite une mention spéciale. En effet, à part les vaisseaux annelés et les trachées du bois primaire (étui médullaire), on ne trouve plus dans ces faisceaux aucun élément vasculaire proprement dit. Les coupes longitudinales et transversales ne montrent plus (fig. 104) que des fibres d'une nature particulière, pressées les unes contre les autres, et remarquables par leurs larges ponctuations aréolées, dont nous avons expliqué ailleurs le mode de formation. Ces fibres, dures, bien que flexibles, présentent ordinairement une assez large cavité et des parois relativement peu épaisses. Très fréquemment, des communications directes

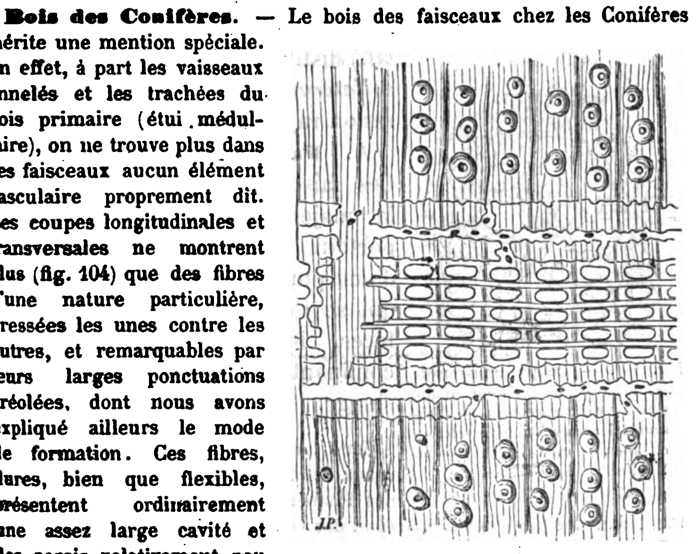


Fig. 104. — Fibres aréolées-ponctuées, coupées en long (Conifères). Un rayon médullaire est compris dans la section.

s'établissent entre leurs cavités par l'intermédiaire des ponctuations.

Ces fibres caractéristiques du bois des Conifères se retrouvent avec quelques modifications dans le bois des faisceaux des *Cycadées* (*Zamia*, Brongniart). Ici encore, les trachées et les vaisseaux annelés constituent les seuls éléments incontestablement vasculaires. Tout le reste du bois est formé de fibres aréolées-ponctuées, dont les marques sont généralement étendues transversalement et se répartissent de manière à donner à la fibre un aspect plus ou moins comparable à celui qui distingue les vaisseaux scalariformes (rayés-aréolés). Aussi ces fibres, ainsi d'ailleurs que celles des Conifères, sont-elles souvent considérées comme des formes vasculaires spéciales.

## § 8. RAPPORTS DE POSITION ENTRE LES DIFFÉRENTES PARTIES DES FAISCEAUX.

Dans le précédent chapitre, nous avons déjà dit quelques mots de la position relative des divers éléments dans le faisceau. Cette question nous paraît avoir assez d'importance pour mériter quelques développements.

Si l'on envisage la position réciproque des parties cribreuse (liber) et vasculaire (bois) dans les faisceaux, on peut reconnaître trois manières d'être distinctes; Russow (de Bary, *loc. cit.*) distingue alors les faisceaux en *collatéraux*, *concentriques* et *radiaires* ou rayonnants.

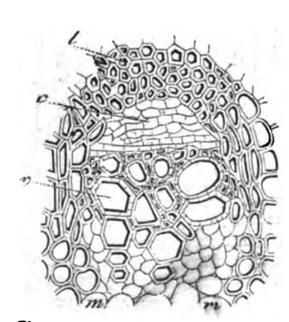



Fig. 105. — Coupe transversale d'un faisceau extérieur d'une tige d'*Aralia racemosa*. — *l*. Fibres scléreuses du péricycle. — *c*. Liber. — *v*. Vaisseaux. — *m*. Moelle.

A. **Faisceaux collatéraux.** — Ces faisceaux se composent, dans la majeure partie des cas, d'une portion libérienne (cribreuse) et d'une portion ligneuse (vasculaire), qui se touchent par une de leurs faces, le reste de leur surface confinant aux divers tissus du voisinage.

Cette forme est caractéristique des faisceaux des tiges et des feuilles de la plupart des Phanérogames; on la rencontre également dans les tiges des *Equisetum*, des Ophioglossées, de *l'Osmunda*, etc.

Dans les cas normaux, la partie libérienne et la partie ligneuse de chaque faisceau sont alors orientées de telle sorte que la dernière est tournée vers le milieu et la première vers la périphérie de l'organe parcouru (voir

fig. 105). Les éléments de chacune des parties du faisceau sont eux-mêmes disposés comme nous l'avons déjà indiqué, savoir, sur les coupes transversales : les éléments libériens, en arc, tout à fait à la périphérie *c*, ou répartis diversement au milieu des autres éléments (voir page 197). Dans le bois, les vaisseaux ponctués occupent la périphérie et les trachées la partie du faisceau la plus voisine du centre de l'organe. Entre ces deux points extrêmes, se répartissent les autres formes vasculaires, rayées, réticulées, annelées, de dehors en dedans (fig. 101). Ajoutons que les trachées, proéminant le plus souvent à la face interne du faisceau, se reconnaissent par suite aisément sur les coupes transversales.

Sous le nom de *bicollatérale*, le même auteur (de Bary, *loc. cit.*) désigne une variété de la forme collatérale, dans laquelle la partie ligneuse de chaque faisceau est flanquée, sur deux de ses faces opposées, d'une partie libérienne. En un mot, dans cette forme il y a deux couches libériennes, l'une à la face externe, l'autre à la face interne du faisceau.

Comme type de cette disposition, nous signalerons particulièrement les faisceaux foliaires des Cucurbitacées (fig. 106). Dans cet exemple, les deux parties libériennes ont une structure typique déjà décrite, et se distinguent encore par leur grand développement.

Fig. 106. — Coupe transversale d'un faisceau de *Cucurbita maxima*. — *l*, *l*. Liber mou. — *g*. Tubes cribreux. — *v*. Vaisseaux ponctués. — *a*. Vaisseaux annelés. — *m*. Moelle.

On trouve encore de nombreux exemples de la forme bicollatérale dans les faisceaux en séries circulaires de beaucoup de tiges de Dicotylédonées : Chicoracées, Solanées (*Nicotiana*). Asclépiadées, Apocynées (*Nerium*), Strychnées, *Daphne* (1), etc.

B. **Faisceaux concentriques.** — Dans ce groupe se rangent les faisceaux dont l'une des deux parties occupant le centre est entourée par l'autre. Deux cas, par suite, sont à considérer, suivant que le liber est entouré par le bois, ou, au contraire, que le bois est entouré par le liber.

Le premier cas se présente à l'extrémité des faisceaux foliaires dans les rhizomes de beaucoup de Monocotylédonées (*Iris germanica, Cyperus*

(1) Voir Beauregard, *Histoire des Daphne*. Thèse inaugurale, à l'École de pharmacie.

*aureus, Carex arenaria, Acorus calamus, A. gramineus*, etc.). Dans le reste de leur parcours, ces faisceaux rentrent dans la catégorie des faisceaux collatéraux. Quoi qu'il en soit, là où ils sont concentriques, leur coupe transversale montre, en général, une et rarement plusieurs assises de vaisseaux qui forment un cercle au milieu duquel se trouvent les cellules parenchymateuses du liber.

Le deuxième cas, dans lequel la portion ligneuse du faisceau étant placée au milieu est entourée de toutes parts par la portion libérienne, se rencontre chez quelques Dicotylédonées à faisceaux anormaux, mais est surtout caractéristique du groupe des Fougères (fig. 102).

Parmi les Dicotylédonées, citons les faisceaux de la moelle des Mélastomacées. Un groupe de vaisseaux reliés par quelques cellules ligneuses prismatiques est entouré de toutes parts par un cercle de tubes cribreux et de cellules cambiformes. C'est également le cas de signaler le faisceau axile de la plupart des plantes aquatiques, *Hippuris, Trapa, Callitriche, Bulliardia, Elatine, Hottonia, Myriophyllum*, etc. Ce faisceau se com-

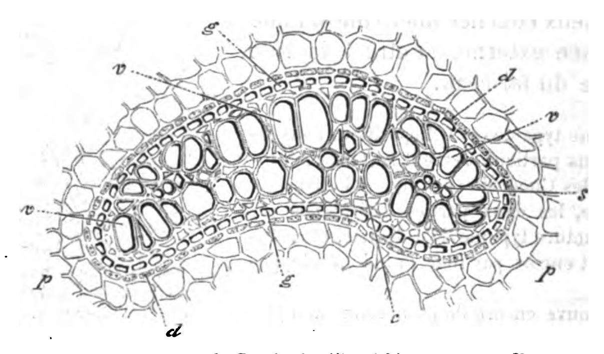



Fig. 107. — Un faisceau grossi de *Pteris Aquilina* (rhizome). — *vv*. Vaisseaux scalariformes. — *s*. Trachées. — *c*. Cellules criblées. — *g*. Péricycle. — *d*. Gaine du faisceau. — *p*. Parenchyme fondamental.

pose ordinairement d'une portion vasculaire annulaire, renfermant une quantité plus ou moins grande de parenchyme (moelle) et entourée d'un cercle de liber. Ces deux parties sont reliées entre elles par les éléments d'un parenchyme délicat.

Parmi les Fougères, nous citerons comme exemple les faisceaux du *Pteris aquilina* (fig. 107).

Le liber formé d'éléments cribreux et de cellules à parois lignifiées forme une enveloppe complète à la partie ligneuse centrale. Au dehors, le tout est entouré d'une gaine propre (*d*) formée de cellules étroites disposées en une assise unique. Quant à la forme qu'affecte l'ensemble des faisceaux, elle est variable. Tantôt arrondie sur la coupe transversale, elle est le plus souvent ellipsoïde, comme le représente le faisceau de la tige du *Pteris aquilina* que nous figurons ici. Le plus souvent, les vaisseaux qui le com-

posent se disposent de manière à former à ses extrémités un crochet très caractéristique de beaucoup de ces plantes.

Déjà remarquables par leur forme générale, les faisceaux des Fougères le sont encore par la situation qu'y occupent les éléments vasculaires essentiels, c'est-à-dire les vaisseaux annelés et spiralés (1).

Sans vouloir entrer dans de trop longs détails, mentionnons d'abord l'absence fréquente des trachées dans les faisceaux des tiges tandis qu'on les retrouve dans les faisceaux des pétioles des mêmes plantes. Ainsi, dans les *Polypodium aureum*, *Asplenium striatum*, *Adianthum tenerum*, *Athyrium Filix fœminea*, les faisceaux des tiges ne posssèdent pas de trachées, tandis qu'on en trouve dans les faisceaux pétiolaires.

D'autre part on observe, quant à la situation de ces trachées dans les faisceaux où elles existent, de notables différences. Dans le *Pteris aquilina* par exemple (fig. 107, *s*), elles occupent les foyers de l'ellipse que forme la coupe transversale du faisceau. Dans les faisceaux pétiolaires à crochets des *Asplenium striatum*, *Adianthum tenerum*, etc., elles sont enfermées dans ces crochets composés généralement de vaisseaux rayés ou ponctués toujours plus petits que les autres vaisseaux du faisceau. Dans d'autres cas, *Adianthum nigrum*, *Ceterach off.*, *Scolopendrium off.*, dans lesquels les faisceaux pétiolaires s'unissent de manière à figurer un X ou un T, les vaisseaux spiraux et annelés occupent les extrémités des branches de ces figures.

Tous ces faits que nous ne faisons qu'indiquer rapidement prouvent assez combien la constitution des faisceaux des Fougères est variable.

C. **Faisceaux radiaires.** — Ces faisceaux sont caractérisés par ce fait que la partie vasculaire forme des bandes ou rayons étendus du centre du faisceau à la périphérie, entre lesquels se trouve la partie libérienne, également disposée en bandes rayonnantes. Dans tous ces faisceaux les trachées et les tubes cribreux se développent d'abord à la périphérie du faisceau; plus tard seulement la formation atteint le centre.

C'est à cet ordre de faisceaux qu'appartient le corps ligneux central des racines (considéré alors comme un seul faisceau). Nous reviendrons sur ce sujet en traitant de la structure des racines. Le faisceau axile des tiges des Lycopodiacées rentrerait également dans ce groupe.

### § 9. FAISCEAUX INCOMPLETS ET RUDIMENTAIRES.

Il peut arriver que les faisceaux *deviennent* incomplets par suite de l'atrophie de leur partie vasculaire, ou encore qu'ils

(1) Trécul, *Annales Sc. nat. bot.*, 5e série, t. XI et XII.

*restent* rudimentaires par suite d'un arrêt de développement.

**Faisceaux incomplets.** — Au premier cas se rattachent les faisceaux des tiges des *Equisetum*, ceux des chaumes et des feuilles d'un grand nombre de Monocotylédonées, *Hydrocharis*, *Butomus*, *Sagittaria*, *Alisma*, Juncacées, Cypéracées, *Acorus calamus*, *Leucoyum*, Comméliénées (*Tradescantia albiflora*, *zebrina*, etc.), plantes qui, pour la plupart, vivent dans l'eau ou végètent dans les marécages. A la même catégorie de faisceaux devenant incomplets par suite de résorption de la partie vasculaire, se rattachent, parmi les Dicotylédonées, ceux des *Renoncules* aquatiques, du *Nelumbium* des *Nymphæa*, *Nuphar*, *Brasiana peltata* (1), etc.

Dans toutes ces plantes, les vaisseaux venant à se détruire

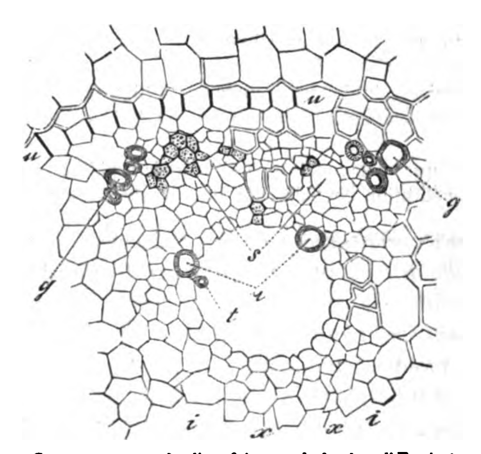



Fig. 108. — Coupe transversale d'un faisceau de la tige d'*Equisetum palustre*, d'après de Bary.

sont remplacés par une lacune ou canal intercellulaire renfermant de l'air. Ici toutefois, la résorption n'atteint pas tous les vaisseaux. Dans la figure 108, par exemple, qui représente une coupe transversale d'un entre-nœud développé d'*Equisetum palustre*, on voit encore sur les bords du grand canal intercellulaire formé par la résorption des vaisseaux et la des-

1) Trécul, *Ann. Sc. nat. bot.*, 4e série, t. I.

truction d'une partie du parenchyme voisin, un certain nombre de vaisseaux (*r*, *t*) persistants. On peut voir également que la partie cribreuse du faisceau (*s*, *s*) située à la face externe du canal prend un grand développement. Dans le *Nymphœa alba* (fig. 60), on peut voir encore à droite de la lacune (*a*) deux vaisseaux qui persistent au milieu d'un tissu cellulaire à parois minces. Autour de la lacune se produit fréquemment une prolifération cellulaire abondante.

Dans les divers exemples que nous venons de citer, tous les faisceaux ne présentent pas le même phénomène d'atrophie vasculaire. Ainsi, dans l'*Acorus calamus*, par exemple, on observe un très grand canal à la face interne des gros faisceaux, tandis qu'il n'y en a point dans les petits. Le même fait se reproduit pour les divers faisceaux des Renoncules susdites et du *Nelumbium*.

Dans une autre catégorie de faisceaux incomplets, l'atrophie, au lieu de porter sur une partie seulement des vaisseaux de chaque faisceau, atteint tous les vaisseaux. A ce type se rattachent les faisceaux foliaires des entre-nœuds du *Potamogeton natans* (dans les faisceaux propres à la tige et dans les nœuds, les trachées persistent). L'atrophie vasculaire détermine alors la formation d'un canal généralement rempli d'eau. A ce type se rattachent, avec quelques modifications, les faisceaux des *Potamogeton lucens*, *gramineus*, des *Zanichellia*, *Cymodocea*, *Zostera*, *Althenia filiformis* (1). Dans tous ces cas la partie cribreuse des faisceaux persiste et même prend souvent un grand développement.

**Faisceaux rudimentaires.** — Quant aux faisceaux qui restent *rudimentaires* par suite d'une sorte de rétrogradation amenée par le séjour dans l'eau, on en trouve des exemples remarquables même parmi certaines Dicotylédonées dont les faisceaux se rapprochent, par leur structure, des faisceaux de beaucoup de Monocotylédonées.

C'est ainsi que le faisceau axile de l'*Utricularia vulgaris* (2) se présente avec une structure tout à fait rudimentaire. Il se compose en effet de

(1) Prillieux, *Ann. Sc. nat. bot.*, 5e série, t. II, 1864.
(2) Van Tieghem, *Ann. Sc. nat. bot.*, t. X, 5e série.

cellules étroites, allongées, pleines d'un liquide granuleux, munies de cloisons transverses horizontales et dont la paroi s'épaissit notablement avec l'âge (*cellules conductrices simples* de Caspary). L'axe du faisceau est occupé par *un unique vaisseau* étroit, formé par une série de cellules superposées, à cloisons transverses fortement obliques et imperforées ; ces cellules sont annelées, et leurs anneaux assez espacés alternent çà et là avec quelques tours de spire (1). Ce vaisseau appartient à la classe des vaisseaux imparfaits si répandus chez les Monocotylédonées et si rares chez les Dicotylédonées, où leur présence exclusive dans tous les organes n'a encore été signalée que dans l'*Aldrovandia*, le *Monotropa*, le *Nelumbium*, les Nymphéacées. Dans l'*Utricularia vulgaris*, ce vaisseau est permanent, il n'y a donc pas formation de lacune intercellulaire. C'est la seule différence d'avec la structure des faisceaux de l'*Elodea canadensis* et de l'*Hydrilla verticillata*, plantes Monocotylédonées de la tribu des Hydrillées, chez lesquelles il existe un ou deux vaisseaux incomplets semblables, mais qui disparaissent bientôt pour faire place à un canal intercellulaire.

Dans une autre Dicotylédonée, l'*Aldrovandia vesiculosa* (Droséracée, étudiée par Caspary), la structure du faisceau ne diffère de celle des précédents faisceaux rudimentaires qu'en ce que le nombre des trachéides s'y élève jusqu'à 8 ou 9. Elles occupent le milieu du faisceau, et tantôt persistent (dans les nœuds), tantôt s'atrophient et disparaissent (dans les entrenœuds) pour ne laisser qu'une lacune à leur place.

On trouve encore des faisceaux rudimentaires de structure analogue dans les feuilles des *Lemna*, dans les *Pogostemon*, le *Vallisneria spiralis* et les rhizomes des *Epipogon* et *Corallorhiza* (De Bary, *loc. cit.*).

### § 10. DÉVELOPPEMENT DES FAISCEAUX. — FAISCEAUX OUVERTS. FAISCEAUX FERMÉS.

A l'origine, les faisceaux consistent en un méristème homogène formé de cellules allongées ou cubiques. Il n'y a encore aucune différenciation apparente dans ces cellules. Mais bientôt ce méristème primitif (*procambium*) commence à engendrer des éléments qui, dès leur apparition, donnent au faisceau naissant ses caractères essentiels de structure. Ce procambium, en effet, engendre tout d'abord, à sa périphérie, des cellules grillagées et des tubes cribreux. D'autre part, à sa face interne

(1) L'influence du milieu liquide sur l'état rudimentaire du faisceau des tiges de l'Utriculaire se manifeste d'une façon très intéressante, si l'on étudie la structure du faisceau du rameau florifère, maintenu, comme on le sait, au-dessus de l'eau. Ici, en effet, le faisceau a une structure plus complexe. Formé à sa périphérie de fibres allongées, il renferme à sa face interne un grand nombre de vaisseaux annelés et spiralés (Van Tieghem, *loc. cit.*).

apparaissent des trachées et des vaisseaux annelés. Dès lors les deux parties libérienne et ligneuse du faisceau sont différenciées.

Entre ces deux portions se trouve le méristème non transformé, actif et prêt à engendrer de nouveaux éléments (*cambium*).

C'est alors que va se produire dans l'organisation intime du faisceau un phénomène important. En effet, dans un grand nombre de cas, et particulièrement chez les Monocotylédonées (1) (fig. 107), les Cryptogames et un certain nombre de Dicotylédonées à tige herbacée (*Cucurbita maxima*, par exemple) (fig. 106), tout le procambium du faisceau se transforme successivement en éléments libériens et ligneux. De sorte que finalement le méristème disparaît complètement. Ces faisceaux sont dits *fermés* (Schleiden). Ils sont en effet fermés à tout accroissement diamétral ultérieur, puisque la zone génératrice de leurs éléments n'existe plus.

Chez le plus grand nombre des Dicotylédonées, au contraire, une portion du procambium persiste toujours entre les parties libérienne et ligneuse des faisceaux. Ce méristème définitif prend alors le nom de *cambium*. Il produit constamment, à sa face interne, de nouveaux éléments de bois qui forment le *bois secondaire* du faisceau par opposition au *bois primaire* engendré par le procambium. Ce bois secondaire comprend des vaisseaux réticulés, rayés et ponctués, des fibres et des cellules ligneuses. D'autre part, le cambium produit sur son bord externe les éléments du *liber secondaire* (tubes cribreux, cellules cambiformes, etc.). Ces faisceaux à cambium définitif sont dits faisceaux *ouverts* (Schleiden). En effet, par suite de l'existence de cette zone génératrice permanente, ils continueront indéfiniment à se développer en épaisseur.

**Étude.** — On suivra très facilement le développement des faisceaux vasculaires dans une plante en germination, en étudiant à l'aide de coupes transversales et longitudinales l'em-

(1) Toutefois, d'après M. Van Tieghem (*loc. cit.*), le groupe des Aroïdées présente quelques exceptions à cette règle. La zone génératrice persiste en effet au moins sur une portion de la périphérie de la tige, chez les Monstérinées, et sur toute la périphérie dans l'*Acorus*.



bryon avant la période de germination, et ensuite à différents degrés de cette période. On peut constater ainsi l'apparition successive des diverses parties des faisceaux.

On peut encore étudier le développement des faisceaux dans les jeunes pousses, en ayant soin de commencer l'étude du bourgeon qui les renferme avant son épanouissement, et de continuer cette étude jusqu'à l'achèvement complet de l'accroissement en longueur du jeune entre-nœud.

### Art. 3.

## Appareil de soutien. — Stéréome.

### § 11.

On donne le nom de *Stéréome* à l'appareil de soutien formé par l'ensemble des éléments (stéréites) à parois épaissies, et plus ou moins complètement lignifiées, qui se répartissent dans les divers tissus des végétaux.

A plusieurs reprises déjà, nous avons eu l'occasion de mentionner la présence de ces éléments scléreux, cellules ou fibres, tantôt isolés, tantôt réunis en faisceaux ou en couches épaisses. Nous n'aurons donc ici qu'à en rappeler l'existence, en insistant sur les grandes variations qu'ils présentent dans leur siège suivant les plantes ou les parties de plantes que l'on étudie.

C'est ainsi que, fréquemment, à la périphérie des tiges ou des racines (fig. 70), voire même des feuilles (Conifères), en contact avec le tissu tégumentaire, on voit se différencier des éléments caractérisés par l'épaississement et la coloration de leurs parois, éléments qui se superposent souvent en plusieurs couches successives et forment cette zone particulière que nous avons déjà étudiée sous le nom d'*hypoderme* (voir page 192).

D'autre part, au sein même du tissu fondamental parenchymateux (parenchyme cortical, moelle), il n'est pas rare de voir se développer soit des cellules sclérenchymateuses dites *pierreuses*, isolées, par groupes, ou par assises, soit des fibres épaisses fasciculées ou isolées, etc.

Comme exemple de cellules sclérenchymateuses isolées, nous rappellerons celles que l'on rencontre dans le méso-

phylle des feuilles du *Camelia japonica.* D'autre part dans le parenchyme fondamental, dont le développement considérable forme la partie succulente des poires, on trouve des groupes de cellules pierreuses qui y forment comme de petits noyaux durs souvent répartis en grand nombre dans le tissu mou environnant.

Des exemples de cellules sclérenchymateuses disposées en cordons aplatis et de configuration diverse se peuvent voir dans le tissu fondamental interposé aux faisceaux des Fougères arborescentes et du *Pteris aquilina* (fig. 108, *s*, *s*). Ces

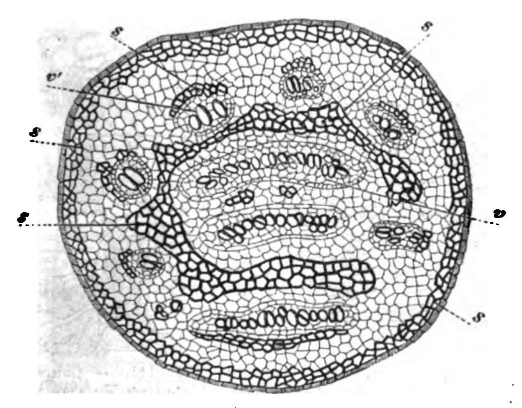



Fig. 109. — Coupe transversale sur la tige du *Pteris Aquilina*. — *s*, *s*. Cellules sclérenchymateuses.

cellules sclérenchymateuses, allongées parallèlement au grand axe des tiges, présentent des parois généralement colorées en brun. Leur assemblage détermine autour des faisceaux qu'elles accompagnent des dessins variés.

C'est encore à l'appareil de soutien qu'appartiennent les cellules et les fibres lignifiées du bois des faisceaux, les paquets de fibres désignées souvent sous le nom de fibres libériennes qui se développent en dehors du liber, dans le péricycle (voir plus loin); enfin les éléments fibreux ou les cellules pierreuses qui se trouvent dispersés ou groupés en faisceaux dans les écorces d'un grand nombre de plantes. Ces écorces empruntent à l'existence et au mode de répartition de ces stéréites des

caractères qui ont été mis à profit et sur lesquels nous insisterons en choisissant quelques exemples parmi les écorces que leur étude microscopique permet de distinguer à défaut de caractères extérieurs bien nets.

## § 12. EXEMPLES DE STÉRÉOMES.

ÉCORCES DE QUINQUINA. Le mode de répartition des éléments scléreux et leur forme permettent de reconnaitre très rapidement les bonnes et les mauvaises espèces :

Dans les écorces de Calisaya, qui peuvent être prises comme type des bonnes espèces (*Q. Loxa*, *Q. Huanuco*, etc.) (fig. 110), les fibres fines, courtes,

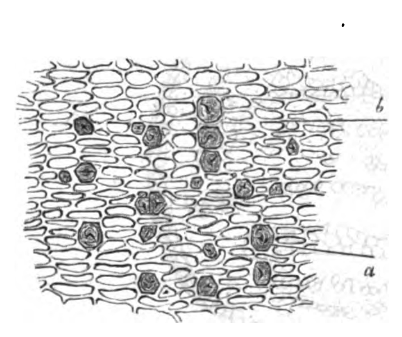



Fig. 110. — Coupe transversale de l'écorce du *Quinquina Loxa*. — *a*. Fibres lignifiées. *b*. Parenchyme interposé.

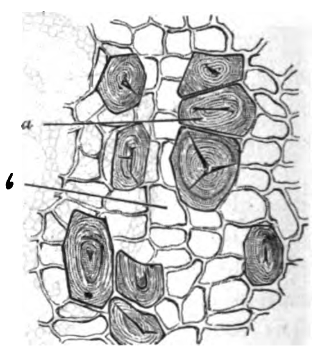



Fig. 111. — Coupe transversale de l'écorce du *Quinquina Maracaïbo*. — *a*. Groupe de grosses fibres scléreuses. — *b*. Parenchyme.

peu adhérentes entre elles, isolées pour la plupart au milieu d'un tissu parenchymateux abondant, forment des rangées radiales plus ou moins régulières.

Dans le type opposé, celui des écorces de *Cinchona pubescens*, qui caractérise les espèces inférieures (*Q. Maracaïbo*, *Q. Huamalies*, etc.) (fig. 111), les fibres présentent généralement un grand développement en épaisseur. Elles sont réunies par groupes de trois ou quatre et fortement adhérentes les unes aux autres. Un tissu parenchymateux abondant sépare ces groupes de fibres (Planchon, *loc. cit.*).

ÉCORCES DES CANNELLES. 1° **Cannelle de Ceylan** (*Cinnamomum zeylanicum*). — Sur les coupes transversales des écorces de cannelle de Ceylan du commerce (les couches tégumentaires faisant généralement défaut) on trouve, tout à fait à l'extérieur, plusieurs assises d'un tissu parenchymateux dans lequel sont répartis de place en place des paquets de fibres à parois

épaisses, d'un petit diamètre transversal, comparativement surtout à leur longueur. En dedans de cette première zone, le parenchyme fondamental subit une nouvelle modification et se transforme en *cellules pierreuses*, à parois très épaisses, canaliculées. Ces cellules, disposées sur deux ou trois rangs, forment une couche continue qui sépare la zone externe précédemment décrite d'une zone interne composée d'un parenchyme parsemé d'éléments fibreux isolés et de cellules gommeuses. Les éléments de ce parenchyme renferment généralement de l'amidon.

2° **Cannelle de Chine** (*Cinnamomum aromaticum*). — Dans cette écorce, les coupes transversales font reconnaître une structure à peu près semblable, sauf que le tissu tégumentaire y est généralement représenté par quelques assises de cellules subéreuses (périderme), et que la zone des *cellules pierreuses*, moins régulière que dans la cannelle de Ceylan, est souvent même interrompue par des bandes de tissu fondamental (*loc. cit.*). Enfin l'amidon est plus abondant dans ces écorces que dans les écorces de Ceylan.

3° **Cannelle giroflée** (*Dicypellium caryophyllatum*). — Cette espèce ne renferme pas d'amidon, et, dans la généralité des cas, sa partie la plus externe est formée par une zone de *cellules pierreuses* disposées en deux ou quatre assises. De plus, à la face interne, se montrent des faisceaux prosenchymateux denses issus du péricycle (fibres libériennes) qui proéminent dans la zone moyenne composée comme précédemment d'un parenchyme parsemé de longues fibres isolées, à parois épaisses, et de grosses cellules gommeuses (Planchon, *loc. cit.*).

4° **Cannelle blanche** (*Cannella alba*). — Dans cette écorce, des *cellules pierreuses* de couleur jaune citron ou d'un jaune verdâtre occupent la périphérie du tissu fondamental. Disposées sur deux ou trois rangs, elles circonscrivent un parenchyme cortical rempli de grandes cellules à résine, qui lui-même est limité plus en dedans par les faisceaux libériens.

Écorces d'angusture. — L'examen des écorces d'Angusture montre également bien les caractères qui peuvent résulter de l'étude du stéréome. Ici encore des cellules sclérenchymateuses apparaissent en plus ou moins grande abondance, et leur répartition permet de distinguer aisément, par l'examen de la structure anatomique, entre les écorces d'Angusture vraie et de fausse Angusture.

**Angusture vraie** (*Galipea officinalis*). — Les coupes transversales de cette écorce montrent de dehors en dedans : 1° une zone péridermique de cellules subéreuses ; 2° en dedans de ces cellules, un tissu parenchymateux dans lequel se voient de nombreuses *cellules pierreuses* à parois jaunâtres, ponctuées, qui forment des groupes allongés dans le sens tangentiel, et répartis à des distances très inégales ; 3° à la face interne de cette zone, se trouve une couche de cellules assez minces, renfermant des groupes de cellules sclérenchymateuses semblables aux précédentes ; cette zone se continue avec les paquets de fibres à parois très épaisses (Planchon, *loc. cit.*), qui avoisinent le liber.

**Angusture fausse** (*Strychnos nux vomica*). — La structure anatomi-

que de cette écorce est également très caractéristique. A la zone péridermique formée de cellules cubiques, succède un tissu parenchymateux parsemé de quelques groupes de cellules sclérenchymateuses. Puis vient le péricycle scléreux; mais, entre ce péricycle et la zone parenchymateuse, on trouve une zone presque continue formée de trois à quatre assises de *grosses cellules pierreuses* à parois jaunes, dures, ponctuées, qui présentent sur les coupes transversales un contour ellipsoïde ou arrondi.

ART. 4.

## Appareil conjonctif. — Tissu fondamental.

§ 13.

L'appareil conjonctif est composé par ce qu'on appelle souvent le tissu fondamental, c'est-à-dire par tout le parenchyme qui subsiste après la formation des systèmes d'appareils étudiés ci-dessus. Le tissu fondamental unit entre eux tous ces appareils, et forme ainsi dans les diverses parties de la plante une sorte de tissu de remplissage dont la moelle, les rayons médullaires, et le parenchyme cortical sont les parties principales. Mais cette division de l'appareil conjonctif en régions distinctes n'a qu'une importance secondaire, car elle résulte de l'agencement spécial des faisceaux libéro-ligneux qui dans les tiges d'un grand nombre de Dicotylédonées forment une sorte d'anneau isolant le parenchyme central du parenchyme périphérique, anneau interrompu seulement par des traînées de parenchyme appelées *rayons médullaires*. Ailleurs, lorsque les faisceaux libéro-ligneux restent isolés (tiges herbacées), cette division du parenchyme en régions distinctes n'a plus lieu, et le tissu fondamental apparaît avec sa véritable valeur, comme un tissu interposé aux divers éléments qui se sont différenciés par la suite du développement. Ce parenchyme fondamental reste d'ailleurs susceptible, dans un grand nombre de cas, de devenir le siège de formations nouvelles, ainsi que nous aurons l'occasion de le montrer dans l'étude du développement des diverses parties de l'axe.

§ 14. PÉRICYCLE.

Nous croyons devoir mentionner ici un appareil que l'on trouve dans les tiges et dans les racines entre l'endoderme

(voir page 193) et le cylindre central et auquel on donne aujourd'hui le nom de *péricycle* (*péricambium*, *couche rhizogène*, *couche périphérique du cylindre central*). De même origine que la moelle et les rayons médullaires, le péricycle est beaucoup plus constant que ces dernières formations, et par la suite du développement, il devient le siège de différenciations qui en font un véritable appareil de soutien et de protection.

Le péricycle (1) consiste en une couche de tissu qui est ordinairement continue, mais qui cependant peut être interrompue (racines des Graminées et des Cypéracées) vis-à-vis des faisceaux.

Son absence complète est d'ailleurs extrêmement rare. Dans certaines tiges, *Menyanthes*, *Primula auricula*, *Equisetum limosum* (fig. 99), il se fractionne, comme l'endoderme, en péricycles spéciaux qui enveloppent chacun un faisceau libéro-ligneux.

Aussi bien dans la racine que dans la tige, le péricycle peut être formé d'une seule assise ou de plusieurs assises de cellules; il est toutefois généralement plus épais dans les tiges. Il n'est pas toujours homogène, car aux éléments parenchymateux qui le forment au début, succèdent souvent, en plus ou moins grande quantité, des éléments scléreux ou des canaux sécréteurs. Dans les racines, il est le plus souvent homogène et, en tous cas, ne renferme pas de fibres (Morot). Dans les tiges, au contraire, des fibres tantôt contiguës, tantôt groupées en paquets, tantôt éparses sans ordre, se montrent dans la grande majorité des cas. Lorsque les fibres d'origine pé-

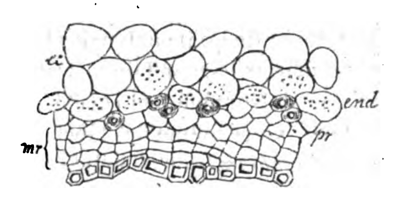



Fig. 112 (d'après Morot). — Tige de *Bougainvillea fastuosa*. Section d'une portion comprenant une ou deux rangées, *ec*, de l'écorce. — *end*. L'endoderme amylifère. — *pr*. Le péricycle hétérogène avec fibres éparses arrondies et à parois fortement épaissies. — *mr*. Méristème issu du cloisonnement de la 2e assise du péricycle; les éléments centrifuges qui en proviennent se sclérifient. Gross. 235.

(1) Morot, *Recherches sur le Péricycle*, in Ann. des Sciences naturelles, Bot. 1885.

ricyclique sont groupées en paquets, ceux-ci se trouvant placés en dehors des faisceaux libéro-ligneux, on les a jusqu'ici considérés comme éléments du liber sous le nom de *fibres libériennes*. Dans le mémoire de M. Morot, d'où nous extrayons les lignes qui précèdent, de bonnes raisons sont exposées qui démontrent que ces éléments fibreux n'appartiennent pas au liber mais bien au péricycle. Ils proviennent en effet d'une ou deux assises de cellules que laisse en dehors le procambium des faisceaux libéro-ligneux ; ils ne peuvent donc être attribués à ces faisceaux.

A côté du rôle de soutien et de protection qu'il paraît jouer, le péricycle remplit encore une fonction importante, et c'est à cause même de l'importance de cette fonction que nous avons pensé devoir étudier cet appareil à part dans un paragraphe distinct de ceux que nous avons établis ci-dessus. C'est en effet le péricycle qui donne naissance aux radicelles dans la racine, et aux racines latérales qui se développent sur les tiges aériennes ou souterraines, d'où le nom de *couche rhizogène* qu'on lui donnait naguère. Ajoutons enfin qu'il participe dans une large mesure à l'origine des formations secondaires (voir page 222), car il peut donner, par des cloisonnements répétés, du liège, du parenchyme secondaire, voire même des faisceaux libéro-ligneux, d'où le nom de *Péricambium*, sous lequel on le connaît encore.

---

# CHAPITRE VI

## STRUCTURE DE LA TIGE.

### Art. 1.

**Étude.** — Nous étudierons successivement la structure des tiges chez les Dicotylédonées, les Monocotylédonées et les Acotylédonées.

Pour observer les diverses particularités que nous allons signaler, on devra pratiquer des coupes transversales, longi-

tudinales et tangentielles sur des échantillons prélevés avec soin.

Il est bon, lorsqu'on étudie la tige d'une plante, d'examiner d'abord des échantillons de force médiocre qui permettent d'embrasser d'un seul coup d'œil sous le microscope la disposition générale du centre à la périphérie, dans une coupe transversale; mais on n'oubliera pas que la structure de la tige varie aux diverses époques de son développement, et par suite on ne devra pas s'en tenir à ces premières coupes. Celles qu'on fera sur des portions de tige plus volumineuses seront très difficilement obtenues complètes. On pourra avec avantage se servir des microtomes.

Quoi qu'il en soit, on doit s'attacher avant tout à obtenir des coupes minces et dirigées dans un plan régulièrement perpendiculaire ou parallèle relativement à l'axe de la tige. La détermination exacte du plan suivant lequel on fait les coupes est de la plus grande importance. Si l'on n'y prend garde, on obtient des coupes obliques par rapport à la direction des faisceaux, et l'interprétation des préparations devient difficile, souvent même impossible. Lorsqu'on a obtenu de bonnes coupes, on examine successivement les diverses parties, tissu tégumentaire, faisceaux, parenchyme fondamental; on note la situation des éléments, leur forme, leurs caractères particuliers.

Pour l'étude des rayons médullaires et des faisceaux, les coupes tangentielles seront particulièrement instructives. Les coupes transversales et longitudinales, passant par l'axe, ne pourront embrasser l'ensemble des tissus que sur les tiges d'un diamètre peu considérable. Quoi qu'il en soit, ces coupes seront d'une grande utilité.

On emploiera avec avantage, dans l'étude des coupes faites sur les tiges, les *réactifs colorants* dont nous avons déjà fait mention au chapitre I, page 42. — C'est ainsi que la cuticule et les couches subérifiées se reconnaîtront à la coloration rose qu'elles prennent rapidement en présence de la fuschine ammoniacale. Elles seraient colorées en jaune par l'iode et le chlorure de zinc iodé. Les éléments lignifiés se colorent également en rose par la fuschine, mais leur véritable réactif

est la phloroglucine additionnée d'acide chlorhydrique; sous l'influence de ce réactif, ils se colorent en rouge. Avec le sulfate d'aniline ils prennent une couleur jaune.

### Art. 2.

## Tige des Dicotylédonées.

### A. Période primaire.

Si l'on examine une section transversale d'un jeune rameau, on voit que cette section comporte deux parties principales, l'une centrale qui est dite *cylindre central*, l'autre périphérique qui est l'*écorce*.

#### § 1. Écorce primaire.

L'écorce primaire comprend, dans les cas les plus simples, de dehors en dedans, l'*épiderme*, une couche plus ou moins épaisse de *parenchyme* (parenchyme cortical), et l'*endoderme*, l'assise la plus profonde de ce parenchyme. Nous connaissons déjà ces divers appareils pour les avoir étudiés séparément; nous indiquerons donc seulement les modifications qu'ils peuvent subir au cours de cette période primaire du développement.

Parfois réduit à une couche de 2 ou 3 assises de cellules (*Tropæolum*), le parenchyme cortical prend ailleurs un grand développement et très fréquemment ses cellules renferment de la chlorophylle ou de l'amidon. Le parenchyme cortical est en outre le siège de différenciations plus ou moins profondes; un hypoderme peut s'y développer, tantôt constitué par un collenchyme disposé en une zone continue, tantôt composé de faisceaux de fibres ou de cellules scléreuses qui paraissent alors le plus souvent être en relation de position avec les faisceaux libéro-ligneux (Ombellifères). Mais la plus importante des modifications que peut présenter le parenchyme cortical est l'apparition de faisceaux libéro-ligneux dans son épaisseur; les faisceaux corticaux proviennent de faisceaux foliaires du

cylindre central qui, au lieu de traverser simplement l'écorce pour se rendre aux feuilles, restent dans cette écorce qu'ils parcourent sur une longueur plus ou moins grande avant de passer dans les feuilles auxquelles ils sont destinés. — Les choses peuvent alors se présenter assez différemment (Van Tieghem, *loc. cit.*). Tantôt tous les faisceaux de la feuille parcourent l'écorce pendant un certain temps avant d'entrer dans le cylindre central (*Begonia angularis*, *tomentosa*, etc.). Tantôt un seul faisceau (le médian sur trois) entre directement dans le cylindre central, tandis que les deux autres s'attardent dans l'écorce pour n'entrer dans le cylindre central qu'au nœud suivant (Viciées à l'exception du *Cicer*). Tantôt enfin c'est le contraire qui a lieu, les deux faisceaux latéraux entrent directement dans le cylindre central, tandis que le faisceau médian se prolonge dans l'écorce (*Arceuthobium* de la famille des Loranthacées).

### § 2. CYLINDRE CENTRAL.

Le cylindre central comprend : le péricycle, l'appareil conjonctif formé par la moelle et les rayons médullaires et enfin les faisceaux libéro-ligneux.

Nous connaissons la composition de ces diverses parties : le péricycle est tout d'abord parenchymateux, mais il est susceptible de donner naissance à des éléments scléreux épars ou disposés en couche continue (*Silene*, *Papaver*, *Plantago*).

**Moelle.** — La moelle est formée de cellules quelquefois prosenchymateuses, dont l'activité a une durée variable. Gris (1) a groupé, sous ce rapport, les cellules de ce tissu en trois catégories et les désigne sous les noms de cellules *actives*, cellules *inertes* et cellules *cristallogènes*. L'activité des premières se manifeste par l'épaississement de leurs parois qui deviennent ponctuées, et par la présence dans leur cavité d'un contenu nutritif principalement composé d'amidon. Les cellules *inertes* ne vivent généralement qu'une année. Leurs parois ponctuées ne s'épaississent pas. Leur cavité ne renferme

(1) *Ann. Sc. nat.*, Bot., 5e série, t. XIV.

pas de matière nutritive. Quant aux cellules *cristallogènes*, elles doivent leur nom aux cristaux qu'elles renferment.

Ces trois sortes de cellules se groupent de différentes manières dans la moelle des diverses tiges : de là, les moelles *homogènes*, formées essentiellement de cellules actives; les moelles *hétérogènes* formées d'un mélange de cellules actives et de cellules inertes (Sureau).

Sans vouloir insister davantage, ajoutons que dans les moelles hétérogènes il arrive souvent que les moelles inertes qui occupent le centre se détruisent au bout d'un certain temps, destruction qui donne lieu aux tiges fistuleuses dont il a été déjà question (Ombellifères, *Lonicera*, etc.). Dans les Noyers, l'*Euphorbe des Canaries*, etc., la moelle est composée de lames transversales alternativement formées les unes de cellules inertes, les autres de cellules actives. Les premières disparaissent de bonne heure, ne laissant dans le canal médullaire que des sortes de diaphragmes plus ou moins espacés, constitués par les dernières, et parfois très minces (Duchartre, *loc. cit.*).

L'une des plus importantes modifications que peut subir la moelle au cours de la période primaire consiste dans l'apparition de faisceaux libéro-ligneux ; ces faisceaux, qui n'ont aucun rapport avec les feuilles, constituent ce qu'on a quelquefois appelé des faisceaux *surnuméraires*. Ils apparaissent plus tard que les faisceaux libéro-ligneux normaux et s'anastomosent avec eux, aux nœuds, après avoir parcouru l'entre-nœud dans toute sa longueur.

On trouve des exemples de ces faisceaux surnuméraires intramédullaires dans les tiges des Araliacées (*Aralia racemosa*), dans celles des Bignoniacées et chez un certain nombre d'Ombellifères : *Silaus pratensis*, *Peucedanum*, *Opopanax chironium*, *Ferula communis*, etc. Dans les plantes de cette dernière famille, les faisceaux surnuméraires peuvent atteindre un nombre considérable (13 dans *Silaus*, 20 dans *Opopanax* et jusqu'à 100 dans *Ferula communis*). Ce nombre varie du reste dans les entre-nœuds successifs.

Citons enfin, comme se rapportant à cette catégorie, plusieurs espèces d'*Orobanchées* à tige robuste, telles que *Orobanche elatior*, *rubens*, *caryophyllacea*, etc., qui possèdent un certain nombre de petits faisceaux répandus dans la moelle.

**Rayons médullaires.** — Les rayons médullaires, examinés

en coupe tangentielle sur les tiges ligneuses, se présentent comme des assises de cellules mûriformes à parois minces, renfermant souvent de l'amidon. Tantôt composés d'une ou deux files verticales de cellules (Charme, Tilleul, Noisetier, Daphne), ils peuvent ailleurs être plus épais (Platane) ou varier dans la même tige, comme cela se voit dans le Chêne et le Hêtre où l'on trouve mélangés des rayons épais et d'autres fort étroits. Les coupes tangentielles montrent encore que ces rayons médullaires sont ordinairement peu prolongés dans le sens longitudinal de la tige, bien que chez la Vigne et la Viorne (*Clematis vitalba*) ils s'etendent sur toute la longueur d'un entre-nœud.

Les rayons médullaires font défaut chez les Crassulacées, ainsi que chez la Clandestine (*Lathræa clandestina*), les *Melampyrum*, etc. (Duchartre, *Éléments*, p. 210).

Les **faisceaux libéro-ligneux** consistent, dans la période primaire, en un liber formé de tubes criblés mélangés à des cellules parenchymateuses et en un bois constitué, au voisinage de la moelle, par des vaisseaux rayés, réticulés et ponctués. Un parenchyme plus ou moins abondant entoure les vaisseaux et enveloppe chaque faisceau. — Ces faisceaux présentent dans leur course certaines modifications qu'il importe de noter. Ils parcourent les entre-nœuds, et à chaque nœud, ils s'anastomosent, en même temps qu'un certain nombre d'entre eux émettent des rameaux qui se rendent aux feuilles. — Les faisceaux ainsi émis sont appelés faisceaux *foliaires*, tandis que ceux dont ils proviennent sont dits faisceaux *caulinaires*. Lorsque les faisceaux foliaires se rendent aux feuilles au point même où ils prennent naissance, le cylindre central ne renferme que des faisceaux caulinaires; mais lorsque, comme cela arrive fréquemment, les rameaux émis par ces faisceaux caulinaires parcourent dans le cylindre central un ou plusieurs entre-nœuds avant de se rendre aux feuilles, le cylindre central se trouve renfermer à la fois des faisceaux caulinaires et des faisceaux foliaires, ceux-ci étant intercalés aux premiers. — Nous avons vu précédemment que parfois (page 217) ces faisceaux foliaires peuvent également séjourner dans l'écorce sur une certaine longueur.

*a.* Les modifications que présentent le nombre et la marche des faisceaux libéro-ligneux sont assez nombreuses.

Chez certaines Dicotylédonées aquatiques, on constate une simplification de structure telle, que le cylindre central ne renferme qu'un seul faisceau qui occupe l'axe de la tige (*Hippuris*, *Aldrovandia*, *Ceratophyllum*, *Trapa*).

Ailleurs, au contraire, le nombre des faisceaux devenant très considérable, ceux-ci se disposent en plusieurs cercles concentriques. C'est ce qu'on observe chez les Cucurbitacées sarmenteuses (*Cucurbita*, *Cucumis*, *Bryonia*) où les faisceaux sont disposés en 2 cercles concentriques (dans les Cucurbitacées non sarmenteuses, comme l'*Ecbalium Elaterium*, il n'y a qu'un seul cercle de faisceaux). Sur la figure 113, qui représente une coupe transversale de la tige du *Cucurbita maxima*, on peut voir que les faisceaux foliaires extérieurs (*a*, *a*) se tiennent en face des angles de la tige et sont en même nombre (5 chez *Cucurbita*, *Cucumis sativus*, *Cyclanthera pedata*; 7 dans *Bryonia dioïca*). Les faisceaux du cercle intérieur (*b*, *b*) alternent avec les précédents, leur région extérieure venant se placer dans les espaces qui séparent les faisceaux foliaires. Toutefois leur nombre n'est pas toujours égal à celui de ces derniers faisceaux (sur notre coupe les faisceaux surnuméraires sont au nombre de 4, tandis qu'il y a 5 faisceaux foliaires).

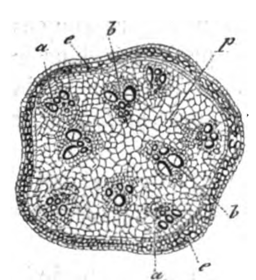


Fig. 113. — Coupe transversale d'une tige de *Cucurbita maxima*.

Les tiges des *Nymphæacées* rentrent dans le même groupe.

Ailleurs, et en particulier chez les Pipéritées, les faisceaux libéro-ligneux peuvent former 2 (*Piper medium*) (fig. 102) et 3 cercles concentriques (*Artanthe*). Cette disposition résulte de ce que les faisceaux foliaires en partant des feuilles se placent à la périphérie du cylindre central pendant l'espace d'un entre-nœud, puis s'incurvent dans la moelle et y parcourent un ou 2 entre-nœuds avant de s'unir aux faisceaux d'une feuille inférieure.

Enfin chez *Phytolacca*, *Amarantus*, *Atriplex*, etc., les cercles concentriques de faisceaux résultent de ce que certains des faisceaux foliaires restent à la périphérie du cylindre central, tandis que les autres s'enfoncent dans la moelle et la parcourent sur une certaine longueur. On ne confondra donc pas les faisceaux en question, qui sont des faisceaux foliaires, avec ceux qu'on trouve dans la moelle des *Begonia*, *Aralia* et de certaines Ombellifères qui sont purement caulinaires et n'ont aucun rapport avec les feuilles.

*b.* La *structure* des faisceaux libéro-ligneux est sujette à quelques variations. — Ordinairement les faisceaux sont collatéraux et orientés de telle sorte que le liber est en dehors et le bois en dedans (*Aralia* excepté). — Nous avons indiqué ailleurs les modifications qui ont valu aux faisceaux les noms de *bicolla-*

*téraux* (page 201), de *concentriques*, etc. Quant aux éléments qui s'ajoutent à ceux que nous connaissons déjà, ce sont : 1° dans le liber, des éléments scléreux, bien qu'assez rarement ; 2° dans le bois, des cellules lignifiées, épaisses, qui succèdent aux éléments parenchymateux, et de nouveaux vaisseaux à calibre plus large que celui des premiers apparus ; ils siègent à la périphérie.

### B. FORMATIONS SECONDAIRES.

Dans un certain nombre de tiges herbacées, la structure primaire persiste telle que nous venons de la montrer, sans modifications ultérieures autres que l'augmentation des éléments sclérenchymateux. Mais ce n'est pas là le cas général chez les Dicotylédonées. La tige en effet, par la suite de son développement, s'accroît en épaisseur et cet accroissement résulte de formations nouvelles, *secondaires*, qui se produisent dans les différentes régions : épiderme, écorce, cylindre central.

1° *Dans l'épiderme*, les formations secondaires qui se peuvent

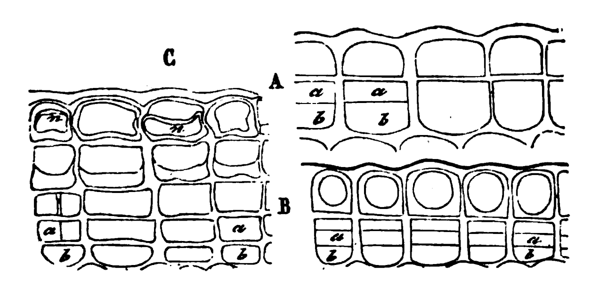



Fig. 114. — Coupes transversales sur une branche de *Sorbus aucuparia*, d'après Sanio. Formations secondaires dans l'épiderme. (Voir l'explication dans le texte.)

produire nous sont déjà en partie connues. Nous avons vu en effet que l'épiderme en se divisant donne lieu dans certains cas (*Sorbus aucuparia*) à du phellogène, et en dedans de ce méristème à une assise de cellules qui constituent la première couche de *périderme* ou *écorce secondaire*. La même chose se produit dans le *Saule*, chez la plupart des *Pomacées*, et dans *Solanum dulcamara*, etc. Tantôt, comme dans le Saule, il se fait, d'une manière régulière, alternativement une couche de

liège et une couche de périderme; tantôt au contraire le liège l'emporte sur le périderme ou réciproquement.

2° Dans l'*Ecorce*, les formations secondaires sont produites par une assise de l'écorce primaire qui devient génératrice et agit à la façon de l'épiderme ci-dessus, en produisant alternativement du liège en dehors et de l'écorce secondaire en dedans. La place occupée dans l'écorce par le méristème qui donne lieu à ces formations secondaires est très variable. Le plus souvent (Quercinées, Corylées, Bétulinées, *Ulmus*, *Juglans*, *Prunus*, etc.) c'est l'assise sous-épidermique même qui se transforme en méristème; mais ce peut être (*Robinia*, *Glycine*) la deuxième ou la troisième assise, parfois même l'assise la plus interne (*Rubus*, *Melaleuca*). Dans les premiers cas les quelques assises d'écorce primaire qui sont en dehors des formations nouvelles sont seules exfoliées; dans le dernier cas, l'écorce entière meurt et tombe.

3° Dans le *cylindre central*, les formations secondaires prennent naissance particulièrement en deux points : dans le péricycle et en dedans du liber.

*a. Dans le péricycle.* — Le péricycle ou assise périphérique du cylindre central peut donner du liège ou du parenchyme secondaire ou bien encore les deux à la fois. Quand du liège vient à se former ainsi, c'est généralement aux dépens de la plus externe des assises du péricycle (*Centranthus ruber*, *Melastoma rosea*, etc.). Dans les *Berberis*, les *Lonicera* et beaucoup de Cariophyllées où le péricycle comprend une assise sous-endodermique scléreuse et une assise interne parenchymateuse, il se produit également du liège d'origine péricyclique, mais cette production se fait aux dépens de l'assise parenchymateuse interne. Elle détermine l'exfoliation de toute l'écorce, y compris l'endoderme et les fibres péricycliques. Dans les *Vitis* et les *Clematites*, le péricycle, au niveau des faisceaux, présente des arcs sclérenchymateux tapissés intérieurement par une assise parenchymateuse qui devient sous-endodermique dans l'intervalle des faisceaux. C'est cette assise qui donne naissance au liège (Morot, *loc. cit.*).

Le péricycle ne s'en tient pas toujours aux formations secondaires susdites. Il peut donner lieu aussi à des arcs géné-

rateurs qui rejoignent ceux qui naissent à la face interne des faisceaux libériens. Le fait n'est toutefois pas général dans les tiges et en particulier ne s'observe pas chez *Ervum lens*, *Acer campestris*, *Galeopsis Ladanum*, et *Castanea vesca* (1).

Mais cependant, suivant Morot, dans certaines tiges (*Begonia*, *Piper*, *Impatiens*, etc.) le péricycle donnerait les faisceaux intercalaires. Ainsi, chez *Begonia nitida*, en dedans de l'endoderme amylifère « on voit, dit M. Morot, un péricycle hétérogène qui forme au dos de chaque faisceau libéro-ligneux (fig. 115) un arc scléreux peu développé ; dans les rayons mé-

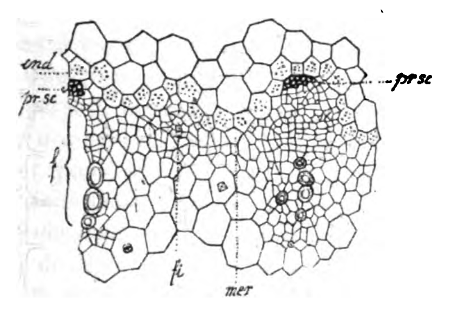



Fig. 115 (d'après Morot). — Tige de *Begonia nitida*, coupe transversale. — *end*. Endoderme amylifère ondulé; le péricyle forme au dos des faisceaux principaux *f* de petits groupes fibreux *prsc;* dans leurs intervalles, il reste parenchymateux et produit un méristème *mer* qui se différencie en tissu conjonctif secondaire destiné à se sclérifier et en faisceaux intercalaires *fi*.

dullaires très larges il est composé de deux rangées de cellules beaucoup plus petites que celles qui sont situées plus profondément. Or la plus externe de ces deux assises se cloisonne de bonne heure pour donner, par places, des faisceaux intercalaires et dans les intervalles un méristème centrifuge dont les éléments se sclérifient en même temps que l'assise interne. »

Enfin le péricycle peut, en outre, développer des faisceaux libéro-ligneux surnuméraires. Le méristème qui produit ces faisceaux provient du cloisonnement direct des cellules d'une assise du péricycle. Cette formation de faisceaux surnuméraires s'observe dans certaines tiges de Dicotylédonées et de Gymnospermes où l'activité du méristème qui siège à la face interne du

(1) Voir Gérard, *Passage de la racine à la tige*, in *Ann. des Sc. nat.*, Bot., 5e série, t. XVI, 1872.

liber est temporaire (faisceaux fermés) et ne suffit pas à l'accroissement. Plusieurs zones concentriques de faisceaux peuvent ainsi prendre naissance (Chenopodées, Amarantacées, Nyctaginées, et quelques Cariophyllées).

*b*. Dans les *faisceaux libéro-ligneux*. — A la face interne des faisceaux libériens, entre ces faisceaux et le bois, il existe une couche génératrice connue sous le nom de *Cambium* qui donne lieu, comme les méristèmes dont il vient d'être question, à des formations secondaires qui prennent la plus grande part

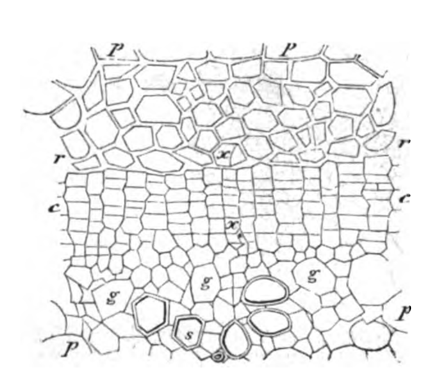



Fig. 116. — Coupe transversale d'un jeune entre-nœud de *Sambucus nigra* (de Bary). — *cc*. Cambium. — *rr*. Limite de l'écorce primaire. — *gg*. Vaisseaux ponctués en formation. — *s*. Trachées. — *pp*. Parenchyme.

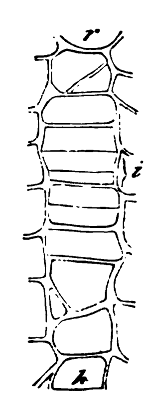



Fig. 117. — La rangée de cellules (*xx*) de la figure 115, vue à un plus fort grossissement. — *h*. Côté du bois. — *r*. Côté de l'écorce.

dans le développement transversal des tiges. Il se forme ainsi du liber et du bois secondaires, alternativement en dehors et en dedans de la couche génératrice. Le liber secondaire est formé de vaisseaux cribreux, et de parenchyme ; le bois secondaire comporte du parenchyme et des vaisseaux, à l'exclusion toutefois des trachées qui sont des formations d'ordre primaire.

Le mode de cloisonnement du méristème est le suivant : chaque cellule de l'écorce active se divise en deux cellules (fig. 117, *i*) dont l'une devient bois ou liber suivant le plan qu'elle occupe en dedans ou en dehors de la couche génératrice et dont l'autre reste active et va se cloisonner à son tour. — Lors-

que le cambium reste enfermé dans les faisceaux, ceux-ci, bien que s'accroissant en épaisseur, ne s'unissent pas entre eux. C'est le cas pour beaucoup de plantes herbacées et même ligneuses (Cucurbitacées, Ménispermées, *Begonia*, *Berberis*, etc.), mais dans un grand nombre de cas, des arcs de méristème se développent entre les faisceaux et se joignent au méristème de ces faisceaux. Il existe alors une couche génératrice continue, et les formations secondaires nées entre les faisceaux unissant ceux-ci entre eux, le cylindre central se trouve composé d'un anneau libéro-ligneux complet (Caryophyllées, Plantaginées, etc.). — Souvent aussi ces faisceaux intercalaires ne s'unissent pas à leurs voisins et restent séparés par de plus ou moins larges rayons médullaires.

Quoi qu'il en soit, lorsque, comme c'est le cas pour les tiges ligneuses de nos arbres, l'activité du cambium se suspend périodiquement pour reprendre avec vigueur au début de la nouvelle période végétative, il se produit dans le cours de chaque période d'activité une couche de bois secondaire et une couche de liber secondaire qui se placent, la première en dehors des couches ligneuses des années précédentes, la seconde en dedans des couches libériennes antérieurement formées. Le même fait se reproduisant chaque année, le bois primaire se trouve continuellement repoussé vers le centre de la tige. Il y forme l'*étui médullaire*, et proémine à la face interne des nouvelles formations, déterminant dans la moelle autant de saillies qu'il existait de faisceaux primitifs dans la tige (trois dans le *Nerium Oleander*, quatre dans le *Buxus sempervirens*, cinq dans le Chêne, le Châtaignier, etc.).

La formation des couches annuelles dans le bois des tiges ligneuses se traduit fréquemment à l'œil nu, grâce à une densité plus grande des couches formées à la fin de la période végétative. D'autre part, à mesure que les couches ligneuses avancent en âge, leurs parois durcissent, se colorent en brun plus ou moins foncé, et il en résulte au voisinage de la moelle une partie ligneuse de couleur foncée et d'une grande densité, que l'on nomme *duramen* ou cœur du bois. Les couches plus récentes et plus extérieures forment une zone claire et moins dense qui reçoit le nom d'*aubier*. Certains de nos arbres dits à

*bois blanc* (Saules, Peupliers, etc.) ont dans toutes leurs parties une consistance peu prononcée et une couleur pâle homogène.

Les nombreuses anomalies qui altèrent plus ou moins profondément le type de structure que nous avons décrit se rencontrent chez les Dicotylédonées. Tantôt l'altération provient d'un développement singulier de l'écorce par rapport au bois (Bignoniacées, Aristolochiées, Malpighiacées), tantôt, de l'existence, pour une même tige, de plusieurs centres générateurs, de telle sorte que la tige paraît formée de faisceaux de petites tiges soudées (Sapindacées), tantôt encore, chez certaines Dicotylédonées aquatiques, d'une simplification de structure telle que le bois n'est plus formé que par un seul faisceau qui occupe l'axe de la tige (*Hippuris*, *Aldrovandia*, *Ceratophyllum*, *Trapa*).

ART. 3.

## Tige des Monocotylédonées.

Dans la structure de la tige des Monocotylédonées, deux cas sont à considérer, suivant qu'il se produit ou non des formations secondaires.

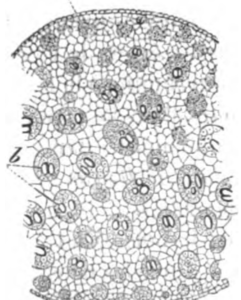



Fig. 118. — Coupe transversale d'une tige de Dattier. — *a*. Extrémités terminales des faisceaux. — *b*. Faisceaux libéro-ligneux.

1° *Pas de formations secondaires*. Chez le plus grand nombre des Monocotylédonées (Palmiers, Graminées, etc.), les faisceaux libéro-ligneux sont dépourvus de méristème ; on les dit *fermés*, car ils ne sont pas susceptibles d'accroissement. Ces faisceaux restent alors isolés les uns des autres, disposés en cercles concentriques (sauf quelques cas : Dioscorées par exemple, où il n'existe qu'un cercle de faisceaux) à la façon des faisceaux libéro-ligneux que nous avons signalés dans les tiges des *Piper*, *Artanthe*, *Phytolacca*, etc. La course de ces faisceaux présente d'ailleurs des modifications comparables à celles qu'on observe chez les Dicoty-

lédonées. Il est à noter que leur nombre est ordinairement assez considérable, à cause de la grande quantité des faisceaux destinés à chaque feuille.

Dans leur structure, les faisceaux des Monocotylédonées ne diffèrent guère de ceux des Dicotylédonées. Ils sont ordinairement collatéraux et enveloppés en totalité ou en partie seulement par des assises de sclérenchyme parfois très développées (Cypéracées, beaucoup de Graminées). Le sclérenchyme peut même se localiser sous forme de faisceaux épars dans la moelle (Palmiers).

Quant à l'endoderme qui sépare le cylindre central de l'écorce, il est représenté dans certains rhizomes et diverses tiges (*Allium*, etc.), par une assise de cellules à parois très épaisses rappelant celles que l'on trouve dans un grand nombre de racines.

2° *Il existe des formations secondaires*. Les tiges d'un certain nombre de Monocotylédonées sont susceptibles d'un accroissement transversal, persistant (*Dracæna*, *Cordyline*) ou temporaire (*Yucca*). C'est à des formations secondaires qui prennent naissance dans le péricycle, qu'est dû cet accroissement; ces formations secondaires se rapprochent donc de celles que nous avons étudiées chez les Chénopodées, les Amarantacées, etc., et elles donnent lieu, à la périphérie des faisceaux primaires, à des faisceaux libéro-ligneux secondaires disposés en zones continues. Ces faisceaux sont remarquables parce qu'ils sont concentriques, à liber enveloppé par le bois, tandis que les faisceaux primaires sont collatéraux.

ART. 4.

## Tige des Cryptogames vasculaires.

### § 3. TIGE DES FOUGÈRES.

Les faisceaux libéro-ligneux de la plupart des Fougères sont *concentriques*, à bois central entouré par le liber. Cependant chez les Osmundacées il n'en est plus de même; les faisceaux sont collatéraux; d'ailleurs chez beaucoup de Fougères le

type concentrique n'est pas parfait (van Tieghem). C'est ainsi que chez *Pteris aquilina*, *Polypodium vulgare*, etc., la couche périphérique de liber à éléments cribreux est interrompue par places et les vaisseaux sont alors séparés de la zone périphérique, simplement par une assise de péricycle amylifère.

En tous cas, les faisceaux dont la forme varie et est souvent rubanée sont enveloppés par une gaine propre formée d'un endoderme dont les cellules se sclérifient de bonne heure et prennent une teinte plus ou moins foncée. — D'autres éléments sclérenchymateux groupés en faisceaux ou en lames étalées apparaissent fréquemment encore dans le tissu conjonctif. Quoi qu'il en soit, il n'existe pas dans ces tiges de formations secondaires; leur structure ne comporte que des formations primaires, comme dans les tiges des Monocotylédonées.

**Répartition des faisceaux.** — *a. Faisceau axile et cylindre fasciculaire unique.*

Dans un certain nombre de Fougères très grêles, la tige ne renferme qu'un seul faisceau qui en occupe le centre; cette disposition se rencontre particulièrement dans les *Lygodium*, parmi les Schizéacées, dans les *Hymenophyllum*, *Gleichenia*, etc.

Ailleurs le faisceau, axile dans le jeune âge, écarte bientôt ses éléments de telle sorte que, dans les grosses tiges, il forme un cylindre qui est alors remarquable par sa continuité. Il n'est interrompu que par de minces fentes linéaires au-dessous de l'insertion des feuilles, et c'est par ces fentes seulement que la moelle est mise en communication avec le parenchyme cortical. Quelques Schizéacées, le *Loxosoma* parmi les Hyménophyllées, le *Botrychium lunaria* parmi les Ophioglossées, présentent une semblable organisation.

Ce n'est là, du reste, qu'une variété dans l'organisation typique d'un grand nombre de Polypodiacées, de Cyathées et en général des Fougères arborescentes. Dans ces plantes, en effet, de gros faisceaux se disposent en un cylindre qui divise le parenchyme fondamental en moelle et écorce. A chaque insertion de feuille correspond dans ce cylindre une lacune ou fente dont les bords se replient en dehors. C'est à l'existence de ces fentes qu'est due l'apparence des faisceaux semi-

lunaires ou à cornes réfléchies vers l'extérieur que présentent les coupes transversales. Quoi qu'il en soit, le cylindre entier présente la forme d'un réseau dont les mailles sont formées par les fentes foliaires. Des bords de ces fentes partent les faisceaux foliaires qui traversent le parenchyme cortical pour arriver aux feuilles après un trajet plus ou moins long. Les faisceaux foliaires se retrouvent sur les coupes transversales en plus ou moins grand nombre, épars dans le tissu cortical.

Chez d'autres Fougères qui ne présentent sur la coupe transversale qu'un seul cercle de faisceaux, on remarque que deux de ces faisceaux ont un développement très considérable relativement à tous les autres. L'un occupe la face inférieure du rhizome, l'autre sa face supérieure. Ils cheminent ainsi parallèlement et s'anastomosent de place en place par des branches transversales qui s'unissent à angle plus ou moins aigu. Ces anastomoses déterminent ainsi les mailles d'un réseau, et c'est des bords de ces mailles que s'échappent de petits faisceaux foliaires qui, sur les coupes transversales, forment l'anneau vasculaire.

A cette structure, à part diverses modifications dans le nombre des faisceaux ainsi que dans la forme des fentes ou mailles, se rattachent les *Asplenium obtusifolium*, *Acrostichum brevipes*, *A. simplex*, *Polypodium tenellum*, *Nephrolepis ramosa*, *Cespidium coriaceum*, etc.

*b. Faisceaux formant plusieurs cercles concentriques.* Chez un certain nombre de Fougères, divers *Pteris*, *Ceratopteris*, etc., on trouve sur la coupe transversale plusieurs cercles concentriques de faisceaux semblables de configuration et d'épaisseur.

Parmi ces cercles concentriques, les plus extérieurs représentent la coupe de sortes de cônes emboîtés, dont les sommets embrassent le cylindre central. Ils sont formés, en effet, par les faisceaux foliaires émanés de ce cylindre, faisceaux qui, au lieu de pénétrer immédiatement dans les feuilles, cheminent sur une certaine longueur dans le parenchyme cortical en se rapprochant peu à peu de la périphérie.

*c. Faisceaux accessoires dans la moelle ou dans le parenchyme cortical.*

Enfin, chez un certain nombre de Fougères, outre le cylindre des faisceaux communs à la tige et aux feuilles, on voit se développer soit dans la moelle, soit dans le parenchyme cortical, des faisceaux accessoires.

Le *Pteris Aquilina*, par exemple, présente, en dedans du cer-

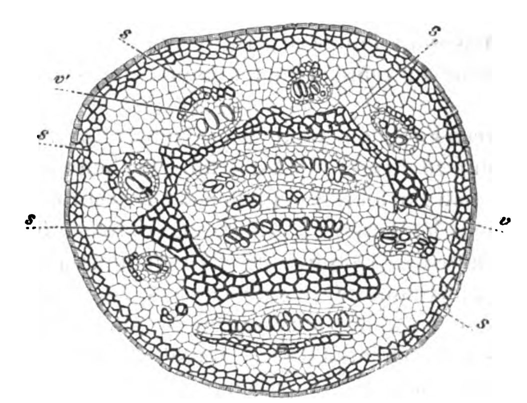



Fig. 119. — Coupe transversale de la tige du *Pteris Aquilina*. — *s*, *s*. Sclérenchyme. *v*. Faisceau accessoire.

cle normal, deux grands faisceaux *v* (fig. 119) qui seraient propres à la tige.

On trouve des exemples de faisceaux accessoires dans un grand nombre de Cyathées.

### § 4. TIGE DES LYCOPODIACÉES.

Dans les tiges des Lycopodiacées, tantôt on ne trouve qu'un seul faisceau qui en occupe l'axe (*Selaginella denticulata*), tantôt au contraire il y a plusieurs faisceaux, ou bien séparés par du tissu fondamental et entourés chacun d'une gaine spéciale (3 dans *Selaginella inæqualifolia*), ou bien réunis sans intermédiaire en un cylindre axile entouré d'une gaine commune (*Lycopodium*). Quoi qu'il en soit, tous ces faisceaux sont caractérisés par ce fait que, sur les coupes transversales, leurs vaisseaux scalariformes sont disposés en séries allongées formant généralement deux rangées aux extrémités desquelles se trouvent les trachées.

D'autre part, chez les *Selaginella*, ces faisceaux sont généralement entourés de grandes lacunes dont les parois semblent des cordons cellulaires qui relient le faisceau au parenchyme fondamental. Ce parenchyme, à parois minces dans ces mêmes plantes, se transforme chez des *Lycopodium* en un sclérenchyme extrêmement dur.

Ajoutons que chez les *Isoetes* l'axe de la tige est occupé par un faisceau, dont l'assise périphérique est susceptible de donner lieu à des formations secondaires. Ces formations consistent en une couche externe d'écorce secondaire très épaisse et une couche interne très mince de cellules libériennes, à parois réfringentes, associées à du parenchyme amylifère et quelquefois (*I. lacustris*) à des vaisseaux fermés, pareils à ceux du bois primaire (Van Tieghem).

## § 5. TIGE DES ÉQUISÉTACÉES.

Les faisceaux de ces tiges appartiennent, comme nous l'avons déjà dit, au type des faisceaux *incomplets*.

Ils se font en outre remarquer chez certaines Prêles, par le développement d'un endoderme qui tantôt est normal (*E. arvense*, *E. palustre*), tantôt se complique de la présence d'un endoderme interne siégeant à la périphérie de la moelle (*E. hiemale*, *E. variegatum*). — Ailleurs enfin, les deux endodermes s'enfoncent entre les faisceaux, se rencontrent et se dédoublent pour former à chaque faisceau un endoderme distinct (*E. limosum*, *littorale* (fig. 120).

Fig. 120. — Coupe transversale d'un faisceau d'*Equisetum limosum*. *end.* — Endoderme spécial. — *la.* Lacune par dissociation (d'après Van Tieghem).

Ajoutons que les faisceaux libéro-ligneux des Equisétacées sont disposés en un cercle unique et sont placés le long des côtes que présente la tige cannelée de ces plantes. Dans les entre-nœuds développés (fig. 121), ils présentent à leur face in-

terne une lacune produite par la résorption d'une partie des vaisseaux annelés et spiralés, et par la destruction des cellules

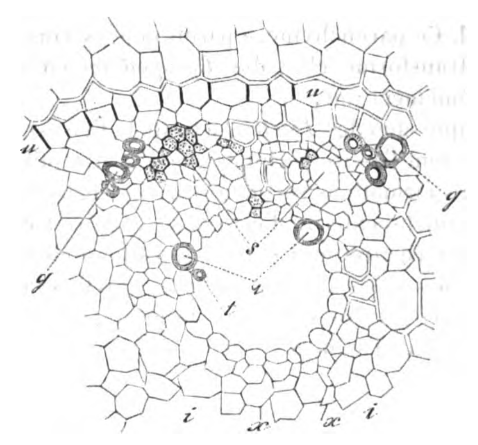



Fig. 121. — Coupe transversale d'un faisceau de la tige de l'*Equisetum palustre*.

du parenchyme voisin. Il y a donc sur la coupe transversale un cercle de lacunes (lacunes *carénales*) en relation avec le cercle vasculaire. Dans la partie cribreuse des faisceaux il existe souvent quelques vaisseaux annelés ($g$,$g$) et mêlés à de nombreuses cellules à parois minces; des tubes criblés ($s$) complètent le faisceau.

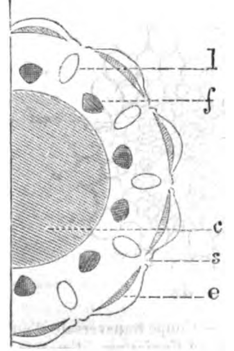



Fig. 122. Tige d'*Equisetum*. — *c*. Lacune centrale. — . Lacunes valléculaires. — *f*. Faisceaux.

*Tissu conjonctif*. — *Épiderme*. — Si l'on examine une coupe transversale d'un entre-nœud d'*Equisetum* on constate dans le tissu conjonctif deux autres séries delacunes, qui concourent à donner à ces tiges un aspect tout à fait caractéristique (fig. 122). Ce sont : d'une part, une grande lacune centrale formée par résorption et destruction du parenchyme médullaire ; et d'autre part, à la périphérie, un cercle de lacunes qui alternent avec les lacunes carénales des faisceaux et se trouvent par suite correspondre aux sillons de la tige (lacunes *valléculaires*). Comme la lacune

centrale, ces lacunes valléculaires sont le résultat d'une destruction des cellules du parenchyme. Elles sont généralement limitées en dehors par des bandes de cellules à chlorophylle, qui peuvent prendre un développement plus ou moins considérable.

Quant à l'épiderme, caractérisé par une incrustation de silice qui semble remplacer la cuticule, il est de plus pourvu de stomates d'une configuration spéciale qui occupent le fond des sillons : cet épiderme est souvent renforcé intérieurement par un hypoderme qui résulte de la différenciation des cellules périphériques du tissu conjonctif, en éléments scléreux disposés tantôt en faisceaux, tantôt en couche continue et sur plusieurs rangs.

## Art. 5.

## Tige des Muscinées.

Les Muscinées ne sont pas à proprement parler vasculaires, car on n'y rencontre jamais de vaisseaux; mais les éléments qui forment leurs tiges s'allongent parfois et se groupent de telle sorte que ces tiges peuvent occuper une place intermédiaire à celles des plantes vasculaires et à celles des Cryptogames cellulaires.

Sur une coupe transversale de ces tiges on distingue le plus souvent deux zones ; l'externe est formée de cellules à parois épaissies ; l'interne est ordinairement un parenchyme à parois minces, ou un faisceau de cellules plus ou moins allongées.

Fig. 123. — Section transversale d'une tige de Sphagnum.

Chez les *Sphagnum*, la structure (fig. 123) se complique quelque peu. La zone périphérique comprend en dehors deux ou

trois rangées de cellules perforées de trous qui les font communiquer entre elles ou avec l'extérieur; en dedans se voient des cellules à parois épaissies et colorées.

ART. 6.

## Accroissement terminal des tiges.

**A. Cryptogames.** — Chez la plupart des Acotylédonées, l'allongement de la tige se fait par une cellule-mère terminale, unique *cellule initiale*. Cette cellule a généralement la forme d'une pyramide triangulaire à base convexe répondant au sommet de l'axe.

Des cloisonnements d'abord parallèles aux trois faces de la cellule donnent naissance à trois groupes qui se cloisonnent ensuite dans le même sens ou dans des sens divers, donnant lieu ainsi : en dehors, à l'épiderme; en dedans, à l'écorce et au cylindre central (Equisétacées).

**B. Phanérogames.** — Chez les Phanérogames (et aussi chez quelques Cryptogames, *Isoetes*, *Lycopodium*) l'accroissement terminal ne se fait plus par une cellule terminale, mais par un groupe de cellules. Ce groupe est plus ou moins compliqué suivant les espèces. Le cas le plus simple (*Ceratophyllum demersum*) est celui de trois cellules-mères superposées. On y rapporte également les cas où l'on trouve dans le point végétatif trois couches de cellules (Van Tieghem) que l'on suppose provenir chacune d'une cellule initiale (*Menispermum*, *Berberis*, etc.). L'externe, généralement formée d'une seule assise de cellules qui continuent l'épiderme de la portion de tige située au-dessous du point végétatif, reçoit le nom de *dermatogène* (Hanstein) (1). Elle est appelée à former l'épiderme du nouvel entre-nœud. Une seconde zone recouverte directement par la précédente est constituée de deux ou trois assises de cellules et a reçu le nom de *périblème*. Elle se continue au-dessous du point végétatif avec l'écorce primaire du jeune rameau, elle devient le point de départ de la même formation dans le

(1) Hanstein, *Die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen*, Bonn, 1868.

nouvel entre-nœud. Enfin, le centre du cône végétatif est rempli par un méristème désigné du nom de *plérome*, à la périphérie duquel se développeront les faisceaux et dont le centre formera la moelle dans les tiges où celle-ci existe.

---

# CHAPITRE VII

## STRUCTURE DE LA RACINE.

**Étude.** — Il est très important pour les recherches sur la racine d'avoir à sa disposition des sujets frais et non altérés. Cette dernière condition est souvent difficile à remplir, car en déterrant les racines que l'on veut étudier, on les déchire fréquemment à la surface et l'on détruit l'extrémité si l'on ne prend les plus grandes précautions. Aussi devra-t-on enlever les racines avec la terre qui les entoure, puis les placer dans l'eau jusqu'à ce qu'elles soient débarrassées de toute impureté. Pour l'étude de la pilorhize et du point végétatif, on aura même tout avantage à employer les racines qui se développent dans l'eau, les nombreux oignons à fleur qu'il est si facile de se procurer, etc.

Les racines des Phanérogames et des Cryptogames vasculaires présentent pendant la première période de leur développement la même structure générale. Ce n'est que par suite de formations secondaires ou au moyen de caractères indépendants de leur structure histologique qu'on peut les distinguer plus tard. Aussi conseillons-nous d'étudier d'abord de jeunes racines prises dans ces deux groupes de plantes. C'est seulement après avoir constaté leur identité de structure à cette époque qu'on pourra mieux saisir les modifications qui leur donnent ensuite leurs caractères propres.

ART. 1.

## Période primaire

### § 1. ÉCORCE. — ENDODERME.

La racine examinée sur une section transversale se montre formée, de dehors en dedans, d'une écorce, d'un endoderme et d'un cylindre central.

L'écorce se compose de quatre zones principales :

1° En dehors, une assise de cellules parmi lesquelles beaucoup se prolongent en poils, c'est l'*assise pilifère* qui ne persiste ordinairement pas longtemps et se trouve alors remplacée par la couche qui siège au-dessous d'elle.

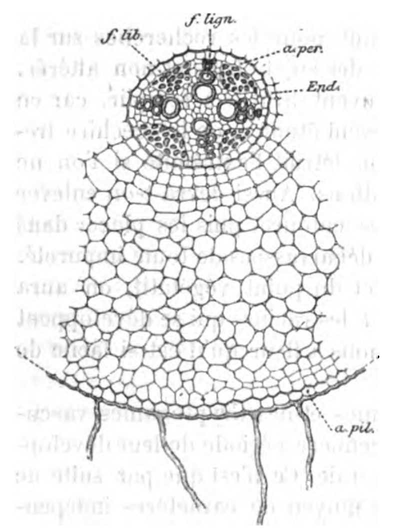



Fig. 124. — Section transversale d'une jeune racine de Maïs comprenant tout le cylindre central et une partie de l'écorce. *a. pil.* Assise pilifère. — *ei.* Écorce interne. — *end.* Endoderme. — *a. per.* péricycle. — *f. lign.* Faisceau ligneux. — *f. lib.* Faisceau libérien.

2° Cette couche est formée de cellules subérifiées, c'est l'*assise subéreuse ;* elle recouvre le corps de la racine jusqu'au voisinage de son extrémité. En conséquence de cette structure, le corps de la racine se trouve dans l'impossibilité de participer à l'absorption.

3° En dedans de l'assise subéreuse on voit (fig. 124) une zone plus ou moins développée de parenchyme à éléments polyédriques, c'est le parenchyme cortical externe.

4° Enfin entre cette zone et l'endoderme il existe un certain nombre d'assises de cellules qui se distinguent par leur arrangement radiaire régulier et par la forme quadrangulaire de

leur section transversale (fig., 124 *ei*); c'est le parenchyme cortical interne.

L'*endoderme* est, comme dans les tiges, formé d'une assise de cellules à parois plissées qui forment au cylindre central une enveloppe continue. Très fréquemment les parois de ces cellules s'épaississent considérablement.

## § 2. CYLINDRE CENTRAL.

Le cylindre central de la racine est considéré par la plupart des botanistes français comme formé par un groupe de faisceaux qui se distinguent au premier abord de ceux de la tige en ce que leurs parties vasculaire et libérienne, au lieu d'être juxtaposées, l'une en dedans, l'autre en dehors, se trouvent placées l'une à côté de l'autre, séparées par une ou plusieurs assises de cellules. En un mot, dans la racine, le liber et le bois des faisceaux alternent l'un avec l'autre (fig. 124). Pour les botanistes allemands (Sachs, de Bary, etc.), le cylindre fibro-vasculaire représente un seul faisceau du groupe des *faisceaux rayonnants* caractérisés en ce que leur partie vasculaire est disposée par bandes ou lames radiales entre lesquelles, et alternant avec elles, se trouvent un même nombre de semblables lames libériennes.

Quelle que soit l'opinion que l'on adopte, les faisceaux ou rayons vasculaires et libériens primaires de la racine se différencient encore très nettement des faisceaux de la tige par leur mode de développement. Dans la racine, *c'est par la périphérie* que commence l'apparition des premiers éléments caractéristiques, vaisseaux spiralés d'une part et éléments cribreux de l'autre. De là, la formation gagne le centre du cylindre axile, où l'on trouve alors les vaisseaux à grand diamètre.

Par suite, sur les coupes transversales des très jeunes racines, le nombre des *points de développement* périphériques suffit à faire connaître le nombre des faisceaux ou rayons vasculaires et libériens qui existeront plus tard. L'orientation de ces points de développement est d'ailleurs parfaitement déterminée. Dans une racine binaire par exemple, les points de

développement des deux faisceaux ou rayons vasculaires se trouvent aux deux extrémités de l'un des diamètres du cylindre axile. Ceux des parties libériennes correspondantes occupent les extrémités du diamètre en croix avec le précédent (fig. 125). Lorsqu'il y a un plus grand nombre de parties vasculaires et libériennes, celles-ci se trouvent réparties sur les coupes transversales à des distances égales les unes des autres.

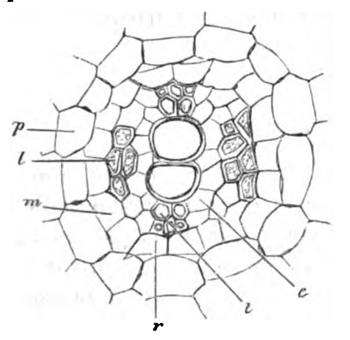



Fig. 125. — Coupe transversale d'une racine binaire dans une Monocotylédone (pivot de l'*Allium Cepa*). — *c*. Tissu conjonctif. — *p*. Membrane protectrice. — *v*. Bande vasculaire formée de deux faisceaux qui se joignent au centre. — *l*. Faisceau libérien. — *m*, *r*. Zone rhizogène.

Dans certaines racines, par suite de leur développement centripète, les faisceaux ou rayons vasculaires arrivent à se toucher au centre du cylindre (fig. 125) ; mais souvent aussi ils restent plus ou moins écartés les uns des autres. Le vide central qui en résulte est comblé par un tissu parenchymateux, sorte de moelle d'où partent des lames cellulaires qui se placent entre les faisceaux ou rayons vasculaires et libériens, pour venir aboutir en dedans de l'endoderme à une assise régulière de cellules qui forment le *péricycle*.

**Sujets d'étude.** — Telle est la structure de la racine dans la période primaire chez toutes les plantes vasculaires. Les différences que l'on observe consistent principalement dans le nombre des faisceaux ou rayons vasculaires et libériens qui forment le cylindre axile. Au nombre de deux (racines binaires) chez un grand nombre de Dicotylédonées : Crucifères (*Brassica*, *Raphanus*), *Fumaria*, Caryophyllées, *Vitis*, *Urtica*, Ombellifères (*Anthriscus cerefolium*, *Fœniculum*, *Petroselinum sativum*, *Carum carvi*, *Coriandrum*, *Daucus*, *Pastinaca sativa*, etc. (Van Tieghem), Chénopodées (*Beta*, *Atriplex*, *Mirabilis*), *Centranthus* et *Valeriana*, *Tagetes erecta*, on en trouve généralement quatre chez les Cucurbitacées : *Euphorbia*, *Ricinus*, *Mercurialis*, *Tropæolum majus*, etc. Chez les Papilionacées leur nombre varie avec les espèces. Il y en a deux dans *Lupinus varius*, *Trigonella;* trois dans *Pisum sativum*, *Orobus vernus*, *Vicia sativa*, *Medicago sativa*, *Ervum lens;* quatre dans *Phaseolus*, *Dolichos lignosus*, *Cicer arietinum ;* cinq, sept et même douze dans *Vicia faba* (Van Tieghem). D'après le même auteur, ce nombre

est également sujet à varier pour la même espèce dans divers Pins, où on en peut trouver de trois à sept.

Le nombre de ces parties vasculaires et libériennes (de 2 à 20 et même 50) varie également chez les Monocotylédonées et les Cryptogames. Parmi ces dernières, les petites racines sont généralement binaires (*Cyathea medullaris*). Les grosses racines présentent 3 ou 4 lames vasculaires et même jusqu'à 15 et 20 dans les racines volumineuses de *Marattia* et d'*Angiopteris* (Van Tieghem).

ART. 2.

## Formations secondaires

### § 3. DANS L'ÉCORCE.

Les formations secondaires dans l'écorce se réduisent le plus souvent à la production de couches subéreuses, qui prennent ordinairement naissance dans l'assise la plus externe du parenchyme cortical. C'est principalement chez les Monocotylédonées, dans les racines aériennes de ces plantes (Aroïdées et certaines Amaryllidées) que ces formations secondaires apparaissent, ou plus rarement parmi les Dicotylédonées ou les Monocotylédonées dans les racines souterraines volumineuses.

### § 4. DANS LE CYLINDRE CENTRAL.

Les formations secondaires dans le cylindre central des Dicotylédonées reconnaissent une double origine :

1° A la face interne des faisceaux libériens, il se produit un méristème qui donne naissance à des arcs générateurs. Ceux-ci constituent dès lors des faisceaux secondaires qui alternent avec les faisceaux ligneux primaires.

2° Le *péricycle* (couche rhizogène, etc.) commence alors à entrer en jeu et fonctionne comme dans les tiges. Chez les Dicotylédonées et les Gymnospermes, en effet, contrairement à ce qui a lieu chez les Monocotylédonées et les Cryptogames, on voit les cellules du péricycle entrer en division et former des arcs générateurs qui rejoignent bientôt ceux qui sont formés à la face interne des faisceaux libériens. Ces arcs constituent ainsi une assise génératrice. Il y a plus, le péricycle de la

racine, comme celui de la tige, peut également développer des faisceaux libéro-ligneux surnuméraires. Mais tandis que dans les tiges le méristème qui engendre ces faisceaux secondaires provient directement du cloisonnement des cellules d'une assise du péricycle, dans les racines, les faisceaux en question se différencient dans un méristème provenant d'un parenchyme secondaire issu du péricycle primaire (Morot, *loc cit.*). En un mot, le péricycle forme une écorce secondaire qui exfolie complètement l'écorce primaire, et c'est dans cette écorce secondaire que se développent des faisceaux surnuméraires (*Mirabilis Jalappa*).

Quoi qu'il en soit, la couche génératrice continue, formée comme nous venons le dire, développe en dedans, par formation centrifuge, des éléments ligneux, et en dehors, par formation centripète, des éléments libériens. Ces productions secondaires peuvent prendre naissance sur toute l'étendue de la zone génératrice ou se localiser aux parties de cette zone qui correspondent aux faisceaux libériens primaires. Dans ce dernier cas, les arcs générateurs extérieurs aux faisceaux primaires ne produisent que des cellules parenchymateuses.

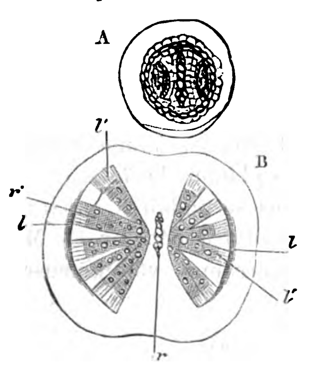



Fig. 126. — Sections transversales d'une racine adventive de Capucine (*Tropæolum majus*). — A. Avant l'apparition des productions secondaires. — B. Après la formation des deux faisceaux libéro-ligneux secondaires (d'après Van Tieghem).

Par suite de ces formations, le liber primaire est repoussé au dehors (fig. 126, *l*), tandis que le bois primaire (*r*) reste en dedans des nouvelles couches. Les coupes que nous reproduisons d'après M. Van Tieghem montrent les changements qui se sont opérés depuis la période primaire (A), où la section transversale est comparable à la coupe de la racine de Monocotylédone figurée plus haut (fig. 125), jusqu'à l'entier développement de la racine du *Tropæolum majus*. On peut voir quel important développement prennent les formations secondaires.

**Sujets d'étude.** — On pourra prendre comme exemple des différences de structure entre les racines développées des Dicotylédonées et celles des Monocotylédonées, les racines connues sous le nom d'*Ipécacuanhas* et les racines des *Salsepareilles*.

*Ipécacuanhas.* — Dans toutes ces racines, les formations secondaires produisent un corps ligneux central, qui acquiert une grande densité et que l'on nomme *meditullium*. Ses vaisseaux, à large ouverture dans les *Ipécas ondulé* et *strié mineur*, sont au contraire d'un calibre relativement étroit dans les *Ipécas annelé* et *strié majeur*. De plus, dans ce dernier le parenchyme cortical est complètement dépourvu d'amidon, tandis qu'il en regorge dans les trois autres espèces. A la périphérie de ce parenchyme cortical se trouve ordinairement un périderme formé de plusieurs assises de cellules subéreuses.

*Salsepareilles.* — Dans les racines de Salsepareille on retrouve l'organisation propre aux racines des Monocotylédonées, qui conservent, nous l'avons dit, leur structure primaire. Sur les coupes transversales, en effet, on voit (fig. 127, *l*) les faisceaux libériens alterner avec les faisceaux vasculaires (*v*) qui se réunissent par deux et prennent ici, comme cela est fréquent d'ailleurs chez les Monocotylédonées, la forme d'un V dont l'ouverture tournée au dehors embrasse la partie libérienne.

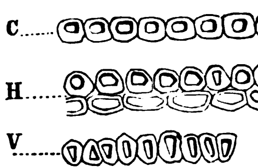



Fig. 127. — A. Coupe transversale sur la racine de Salsepareille caraque. — C. Cellules de l'endoderme de la Salsepareille caraque. — H. De la Salsepareille de Honduras. — V. De la Salsepareille de la Vera-Cruz.

Ces racines présentent encore à la périphérie du parenchyme cortical un hypoderme très développé (*h*), et à la face profonde du même parenchyme un endoderme, ou couche protectrice, sous forme d'une assise de cellules dont les párois sont considérablement épaissies (fig. 127, *p*).

Les caractères distinctifs des principales sortes de Salsepareilles sont tirés de l'examen du faisceau libéro-ligneux axile très développé par rapport à la moelle dans les Salsepareille de *la Vera-Cruz* et Salsepareille *rouge*, par exemple, et au contraire ne formant qu'un mince anneau autour d'une large moelle dans les Salsepareilles *Caraque* (fig. 127, C) et du *Para;* ou un anneau plus épais dans la Salsepareille de *Honduras*. — Le nombre des assises cellulaires de l'hypoderme (*epiblema*), ainsi que la forme des ouver-

tures des cellules de la couche protectrice vues en section transversale, fournissent également de bons caractères distinctifs.

Ces cellules à ouverture carrée à peu près régulière caractérisent la Salsepareille *Caraque* (fig. 127, C). Elles présentent des ouvertures polygonales dans la Salsepareille de *Honduras* (fig. 127, H). Enfin, leurs ouvertures sont plus ou moins régulièrement triangulaires dans la Salsepareille de *la Vera-Cruz* (fig. 127, V). (Planchon, *loc. cit.*)

## § 5. RADICELLES.

Chez les Phanérogames, c'est le péricycle ou couche rhizogène qui engendre les radicelles. Les groupes de cellules génératrices sont alors généralement placés en face des faisceaux ou des rayons médullaires (1).

Chez les Cryptogames, le péricycle de la racine reste inactif ou même manque (Prêles) et c'est l'endoderme qui produit les radicelles (Fougères, Marsiléacées). Chez les Prêles, l'endoderme caractérisé par les parois plissées de ses cellules forme l'avant-dernière couche du parenchyme cortical; il joue uniquement un rôle de protection, et c'est une assise plus interne qui engendre les radicelles. Mais dans aucun cas, chez les Cryptogames (2), la membrane rhizogène ou péricycle n'intervient dans la formation des radicelles.

Si maintenant on examine l'orientation des faisceaux des radicelles relativement aux faisceaux de la racine principale, on trouvera une nouvelle différence caractéristique entre les Cryptogames et les Phanérogames. Chez les Cryptogames, quand la structure de la radicelle est binaire, le plan de ses faisceaux est toujours en croix avec l'axe de la racine mère.

(1) M. Van Tieghem cite cependant quelques exceptions à cette règle : chez les Graminées, d'une part, la membrane rhizogène s'interrompt d'une façon régulière en face des vaisseaux, de sorte que les radicelles se produisent en face des faisceaux libériens. D'autre part, chez les Ombellifères et les Araliacées, la membrane rhizogène est creusée en face des faisceaux vasculaires et des faisceaux libériens par des canaux sécréteurs qui empêchent la formation des radicelles. Celles-ci naissent alors entre les parties libérienne et vasculaire. Chez le *Pittosporum*, enfin, elles naissent en face des faisceaux libériens, la zone rhizogène étant interrompue en dehors des faisceaux vasculaires par un arc de canaux sécréteurs.

(2) Les Lycopodiacées et les Ophioglossées ne produisent pas de radicelles latérales. Elles se ramifient par dichotomie.

Chez les Phanérogames, au contraire, le plan des faisceaux de la radicelle passe par l'axe de la racine mère.

En résumé, le mode d'origine et l'orientation des faisceaux des radicelles fournissent des caractères distinctifs très nets entre les racines des Cryptogames et celles des Phanérogames. Quant aux caractères distinctifs entre les racines des Monocotylédonées et celles des Dicotylédonées, ils sont essentiellement fournis par l'apparition de productions secondaires chez ces dernières, productions qui altèrent profondément leur structure primitive et qui déterminent souvent un accroissement considérable en épaisseur. Chez les Monocotylédonées, à part les *Dracæna*, où des formations secondaires apparaissent dans les très vieilles racines, il n'y a pas d'épaississement et la racine conserve ses premiers caractères de structure (il en est de même chez les Cryptogames). Les seules modifications consistent dans l'épaississement fréquent des parois radiales et internes des cellules de l'endoderme ou couche protectrice (fig. 127), dans la formation d'un hypoderme ou d'une couche subéreuse à la périphérie du parenchyme cortical, enfin dans des dégradations de structure qui arrivent même, dans les cas extrêmes (*Vallisneria*, Lemnacées), jusqu'à faire disparaître le faisceau vasculaire axile, dont la place est occupée par une grande lacune.

## § 6. RACINES AÉRIENNES ET ADVENTIVES.

C'est le péricycle (1) de la tige qui donne naissance aux racines latérales qu'on voit se développer chez beaucoup de Monocotylédonées et chez certaines Dicotylédonées. La formation débute, dans ces cas, par de petits mamelons qui apparaissent par places à la suite de cloisonnements localisés du péricycle. Les cellules de ces petits mamelons entrent en division active, et bientôt le cylindre central et l'écorce de la jeune racine se différencient. En même temps on voit souvent le péricycle produire un mé-

(1) Mangin, *Origine et insertion des racines adventives chez les Monocotylédonées. Ann. des sc. nat. Bot.*, 6e série, t. XIV, 1882. — Lemaire, *Sur l'origine des racines latérales chez les Dicotylédonées* (*Bull. Soc. bot. de France*, t. XXX, 1883).

ristème dans lequel apparaissent bientôt des faisceaux anastomosés en réseaux, destinés à établir la communication entre l'appareil conducteur de la jeune racine et celui de la tige.

Les racines aériennes de certaines Monocotylédonées Épiphytes (Aroïdées, Orchidées) présentent dans leur structure quelques particularités qui relèvent de modifications subies par l'assise pilifère (1). Cette assise en effet épaissit ses cellules qui deviennent spiralées ou réticulées en même temps qu'elles restent incolores ou prennent une teinte brune. Souvent aussi par des cloisonnements, plusieurs assises de cellules se forment à la périphérie de la racine. On donne le nom de *voile* ou *velamen* à cette sorte d'enveloppe formée par l'assise pilifère modifiée.

**Sujets d'étude.** — Chez les Orchidées, le vélamen est rarement réduit à une seule assise de cellules (*Vanilla planifolia*, *aphylla*, *Sarcopodium Lobbii*) ; le plus souvent il comporte de 2 à 18 couches de cellules, pressées les unes contre les autres et qui ne laissent aucun méat entre elles.

Les cellules du vélamen renferment de l'air ; ordinairement à parois incolores, elles forment une couche blanche, luisante. — Plongées dans l'eau, elles absorbent rapidement ce liquide et laissent voir alors par transparence la matière verte du parenchyme cortical. D'après Leitgeb (2), dans les vieilles racines (*Vanda fulva*, *Anselia africana*), dans l'intérieur des cellules spiralées, on trouverait de très petites cellules vertes d'algues qui donnent aux racines une couleur verte.

Toutefois, quelques racines présentent une coloration brune ; dans l'*Eria stellata* par exemple, cette coloration est due aux parois des cellules spiralées qui sont brunes ; dans le *Trichotosia ferox*, les trachéides sont remplis d'une substance colorée en rouge-brun. Enfin Leitgeb a quelquefois rencontré, voire même en grande abondance dans le *Renanthera coccinea*, des granulations plus ou moins grosses formées d'une substance noire brunâtre, qui occupent de préférence les couches cellulaires les plus profondes.

Chez les Aroïdées épiphytes, on rencontre un vélamen semblable à celui des racines des Orchidées ; il est tantôt formé de quatre ou cinq assises de cellules spiralées ou réticulées (*Anthurium acaule*, *egregium*, *crassinervium*, *intermedium*), tantôt de deux assises seulement. Dans l'*Homalonema cærulescens*, on trouve six assises de cellules, mais celles-ci sont lisses et à parois minces. Un pareil vélamen formé de cellules à parois lisses et minces se retrouve dans l'*Anthurium violaceum*, le *Philodendron pedatum* et autres Aroïdées. Les racines aériennes de l'*Hartwegia comosa* et celles du *Hoya carnosa* présentent une organisation semblable.

(1) Suivant Leitgeb et de Bary, le *velamen* ou *voile* est formé par l'endoderme.

(2) Leitgeb, *Die Luftwurzelh... Deutschr. d. Weiner Acad. Math. Naturw.* Classe Bd XXIV, 1864.

ART. 3.

## Accroissement en longueur des racines. — Pilorhize.

La racine possède comme la tige un cône végétatif, par lequel se fait l'accroissement en longueur. Différencié chez les Phanérogames en dermatogène, périblème et plérome (fig. 128 et 129), comme le cône végétatif de la tige, il se comporte de la même manière dans le développement des tissus. Dans les figures que nous reproduisons d'après M. Hanstein,

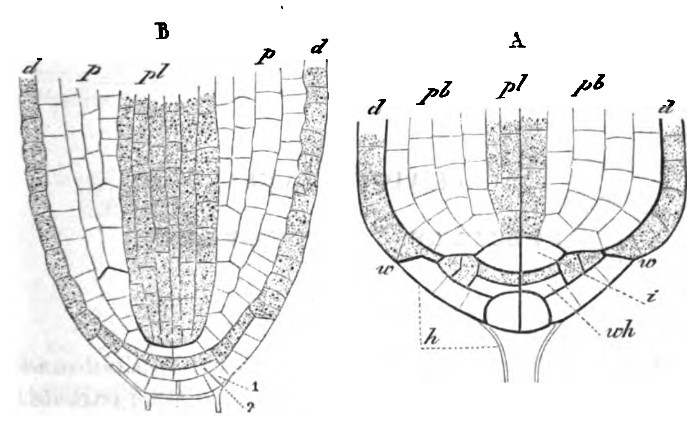



**Fig. 128. — Figure théorique montrant la formation de la racine principale dans un embryon dicotylédoné, d'après M. Hanstein.**

**Fig. 129. — Figure théorique montrant la même formation chez les Monocotylédonées, d'après M. Hanstein. — *w*, *w*. Limite de la tige et de la racine. — *h*. Hypophyse.**

l'assise cellulaire externe ombrée (*d*) représente le *dermatogène*. Les assises cellulaires centrales, également ombrées (*pl*), constituent le *plérome*. Quant aux assises (*p*) intermédiaires, elles forment le *périblème*. Chez les Cryptogames, d'autre part, le développement de la racine, comme celui de la tige, se fait par les cloisonnements successifs d'une cellule terminale.

Mais il est un fait qui caractérise le point végétatif des racines, c'est l'existence d'une *pilorhize* ou *coiffe*, qui recouvre son extrémité et sert d'organe protecteur au cône végétatif.

**Pilorhize.** — La Pilorhize est un organe qui se développe

soit par segmentation de la cellule terminale, chez les Cryptogames, soit par des divisions tangentielles des cellules du dermatogène chez les Phanérogames, comme le montrent les figures 128 et 129 (2 et *wh*). Plusieurs assises de cellules prennent naissance de la sorte et forment une gaine à l'extrémité de la racine, gaine qui s'exfolie extérieurement en même temps qu'elle se reproduit intérieurement, le dermatogène se subdivisant d'une manière continue pour former de nouvelles assises de cellules. Cette coiffe s'observera très facilement à l'extrémité des racines des *Lemna*, où elle forme une gaine souvent très puissante semblable à un doigt de gant qui protège efficacement l'extrémité de la racine (1).

---

# CHAPITRE VIII

## FEUILLES. — BOURGEONS.

### § 1. STRUCTURE DU PÉTIOLE.

**Étude.** — Pour l'examen de la structure du pétiole on fera des coupes transversales et longitudinales. Cette partie de la feuille est essentiellement constituée par un ou plusieurs faisceaux provenant de la tige, rapprochés et dirigés parallèlement entre eux, de manière à former un cylindre ou plus souvent un hémicylindre qui occupe l'axe du pétiole. Sur les coupes transversales, le pétiole et sa partie fibro-vasculaire affectent le plus souvent une apparence semi-lunaire, rarement circulaire. La constitution des faisceaux est d'ailleurs sem-

(1) Il nous est impossible d'entrer ici dans les détails relatifs à la formation de la coiffe dans l'embryon et aux différences que l'on observe dans son origine. Nous renvoyons aux recherches publiées par MM. Reinke, *Untersuchungen über Wachsumgeschichte u. Morphologie..... Bot. Abhandl.*, I, 1871. — Hanstein, *Die Entwick. des Keimes der Monocot. u. Dicot. bot. Abhandl.*, 1870. — Janczewski, *Recherches sur l'accroissement terminal des racines dans les Phanérogames. Ann. sc. nat., Bot.*, 5e série, t. XX, 1875. — Flahaut, *Bull. Soc. bot. de France*, t. XXIV, 1877 et *Thèse de la Sorbonne*, 1878.

blable à celle des faisceaux de la tige, et les trachées occupent la partie concave de la coupe.

Ces faisceaux, pourvus d'un endoderme, sont entourés d'un parenchyme plus ou moins riche en chlorophylle, recouvert d'un épiderme ordinairement formé d'une seule assise de cellules. Dans un grand nombre de plantes aquatiques, le parenchyme se creuse de canaux très larges, qui se remplissent d'air. (Voir fig. 59, pétiole de *Calla*.)

## § 2. STRUCTURE DU LIMBE.

**Étude.** — Au moyen des coupes, on constate l'arrangement des faisceaux fibro-vasculaires (nervures) au milieu du parenchyme. On examine la structure de ce parenchyme ainsi que les épidermes qui le limitent aux faces supérieure et inférieure

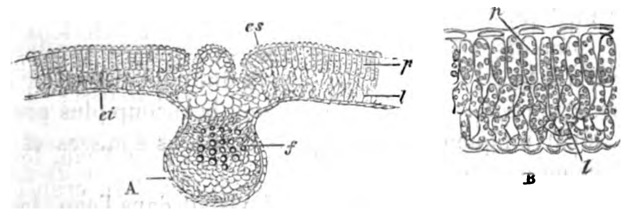



Fig. 130. — Feuille de *Malva Mauritiana*. — A. Coupe transversale passant par la nervure médiane. — *ei*. Épiderme inférieur. — *es*. Épiderme supérieur. — *p*. Parenchyme en palissade. — *l*. Parenchyme lacuneux. — *f*. Faisceau de la nervure médiane. — B. Une portion de la coupe précédente vue à un fort grossissement.

du limbe. On étudie sur ces épidermes les stomates, les poils, les glandes, etc. ; dans le parenchyme, les glandes, les cristaux, les canaux résineux (Conifères, Ombellifères).

1° *Nervures*. — Les nervures des feuilles présentent une structure variable dans les différents points de leur parcours. — Les grosses nervures, ou nervures principales, sont le prolongement des faisceaux du pétiole et offrent généralement la même composition. Souvent très développées, elles proéminent plus ou moins à la face supérieure et surtout à la face inférieure du limbe (fig. 130, A) et sont généralement accompagnées d'un parenchyme incolore à éléments souvent épaissis, quelquefois même modifié en collenchyme au voisinage de l'épiderme.

Dans certaines feuilles (*Phormium tenax*), chacune des nervures est accompagnée d'une enveloppe de fibres très épaisses qui, s'étendant jusqu'aux épidermes, forment une sorte de cloison fibreuse longitudinale.

Dans les feuilles aciculaires de beaucoup de Conifères, le faisceau axile est entouré d'un tissu incolore à éléments très caractéristiques, en même temps qu'un hypoderme formé de cellules ou de paquets de fibres épaisses se distingue à la périphérie du limbe.

Étudiées dans leurs dernières ramifications, les nervures ne sont plus composées que de trachées qui bientôt même cèdent la place à des cellules allongées, derniers vestiges de l'organisation vasculaire du faisceau.

Chez les Orchidées, les faisceaux disposés en trois plans présentent une structure différente suivant leur siège. Ceux du plan médian, qui souvent existent seuls, sont de beaucoup les plus volumineux et offrent les mêmes éléments que les faisceaux des tiges. Quant aux faisceaux des plans inférieur et supérieur, voisins de l'épiderme, ils sont beaucoup plus grêles et consistent uniquement en paquets de fibres épaisses et habituellement ponctuées (1).

Enfin dans certaines plantes qui vivent dans l'eau, les faisceaux des nervures deviennent incomplets et se creusent de lacunes par résorption des vaisseaux. L'*Ouvirandra fenestralis* montre de semblables faisceaux incomplets et il arrive même que le tissu parenchymateux venant à disparaître, la feuille se réduit à peu près à ses nervures, et présente un limbe criblé de trous comme un tamis à larges mailles (2).

2° *Parenchyme.* — Entre les nervures, il existe généralement un parenchyme que limitent au dehors deux épidermes, l'un à la face supérieure et l'autre à la face inférieure du limbe. — Ce parenchyme, assez variable dans sa composition, présente toutefois chez les Dicotylédonées un type extrêmement répandu. Il se compose alors de deux zones distinctes : l'une

(1) A. Chatin, *Anatomie des plantes aériennes de l'ordre des Orchidées* (Mémoires de la Société des sciences naturelles de Cherbourg, t. V, 1857).

(2) A. Chatin, *Sur l'anatomie de l'Ouvirandra fenestralis*. *Bull. Soc. bot. de France*, t. II, 1856.

est en contact avec l'épiderme supérieur et est formée de cellules allongées et placées perpendiculairement à cet épiderme. Très serrées les unes contre les autres (fig. 130, *p*, A et B) et gorgées de chlorophylle, ces cellules ne laissent entre elles aucun méat. Elles forment la zone dite des *cellules en palissade*. Généralement constituée par une seule assise de cellules, cette zone peut dans certains cas en présenter deux ou trois superposées (fig. 131), comme le montre la feuille d'*Eucalyptus*.

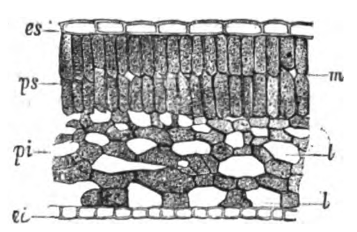



Fig. 131. — Coupe du limbe d'une feuille d'*Eucalyptus*. — *es*. Épiderme supérieur. — *ps*. Parenchyme en palissade. — *m*. Méat. — *pi*. Parenchyme lacuneux. — *l*. Lacune. — *l*. Chambre sous-stomatique. — *ei*. Épiderme inférieur.

D'autre part, en contact avec l'épiderme inférieur se trouve la seconde portion du parenchyme. Elle est formée de cellules irrégulières, rameuses (fig. 131, *pi*), qui, laissant entre elles de nombreux méats, forment un parenchyme *lacuneux*. Ces méats sont, par l'intermédiaire des chambres sous-stomatiques et des stomates, en relation avec l'extérieur.

Nous allons enregistrer quelques-unes des modifications que subit le type que nous venons de décrire.

**Sujets d'étude.** — 1° *Feuilles des Monocotylédonées.* — Souvent le parenchyme est *homogène* ou *uniforme* chez les Monocotylédonées. Il est alors formé d'une seule espèce de cellules généralement arrondies et lâchement unies, et peut même se creuser de lacunes plus ou moins larges par écartement de ces éléments (*Hyacinthus orientalis*). Ailleurs, le parenchyme dit *hétérogène symétrique* (A. Chatin) est composé de cellules plus serrées entre elles sous l'un et l'autre épidermes, plus lâchement unies dans la portion moyenne qui représente le parenchyme lacuneux. La figure 132 (*Arundo donax*) offre un exemple de cette disposition. Au voisinage des épidermes, les cellules sont très petites (*c*), serrées et remplies de matière verte. Au contraire, dans la partie médiane de la coupe, les cellules, beaucoup plus larges et plus lâchement unies, sont en même temps complète-

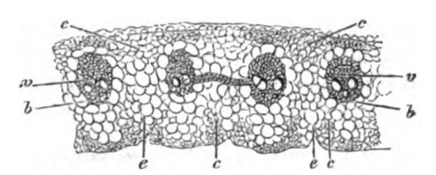



Fig. 132. — Feuille d'*Arundo donax* en coupe transversale. — *c*,*c*. Cellules à chlorophylle. — *b*,*b*. Gaine des faisceaux. — *e*, *e*. Cannelures de la feuille. — *v*. Vaisseaux.

ment dépourvues de chlorophylle. La même coupe montre très nettement une disposition qui s'observe fréquemment dans le limbe des feuilles des Monocotylédonées; cette particularité consiste dans la différenciation manifeste des cellules du parenchyme voisines des faisceaux, en une gaine (*b*, *b*) formée d'une assise d'éléments très développés et à parois minces.

Les feuilles des plantes grasses peuvent en général se rattacher par la disposition des éléments de leur parenchyme au type que nous venons de mentionner, et n'en diffèrent que par les grandes dimensions des cellules. Dans les feuilles d'*Aloès* en particulier, les cellules du parenchyme central prennent un énorme développement, et forment un tissu de consistance fluide. Ces mêmes feuilles d'Aloès sont encore intéressantes par l'existence de longues cellules avoisinant les faisceaux et remplies de matière brune. Ces cellules sont entourées d'éléments plus petits, renfermant un liquide incolore et un corps nucléiforme jaunâtre qui pourraient bien jouer un rôle important dans la production du suc brun que renferment les premières cellules (1).

2° *Feuilles à parenchyme externe incolore.* — Il arrive dans certains cas que le parenchyme vert, au lieu de se trouver au voisinage de l'épiderme, s'en trouve séparé par une (*Begonia zebrina*), deux ou même plusieurs (*Begonia sanguinea*, *Peperomia blanda*) assises de grandes cellules à parois minces et sans chlorophylle. (Duchartre, *loc. cit.*)

3° *Feuilles des Orchidées* (2).

Dans certaines plantes de cette famille (*Pleurothallis racemiflora*, *spatulata*, *Lepanthes cochlearifolia*, etc.), on trouve, d'après M. Trécul, que le parenchyme des feuilles est séparé de l'épiderme par une couche de cellules spiralées ordinairement dépourvues de chlorophylle, mais pouvant en renfermer, dans les feuilles des *Brassavola venosa* et *Lælia anceps*, par exemple. Ces cellules spiralées se trouvent disposées de manières diverses, tantôt réparties au milieu du parenchyme vert (*Stilis*, *Pleurothallis prolifera*, etc.), elles forment, dans le *Physosiphon Loddigesii*, une rangée de cellules allongées perpendiculairement à l'épiderme supérieur, dont elles sont séparées par une couche de cellules incolores. Contre l'épiderme inférieur se trouvent des cellules spiralées. Diverses Broméliacées ont aussi leurs grandes cellules externes et incolores pourvues d'épaississements spiraux. (Duchartre, *loc. cit.*)

**Feuilles des plantes submergées.** — Dans beaucoup de plantes submergées, le parenchyme se réduit à deux ou trois assises de cellules, dont les plus extérieures sont considérées comme épidermiques et sont recouvertes d'une cuticule. Les cellules du parenchyme sont tantôt exactement rapprochées les unes des autres (*Potamogeton*), tantôt au contraire s'écartent, et

(1) Baillon, art. ALOÈS. *Dict. encyclopéd. des sc. médicales*, t. III, p. 363.
(2) Trécul, *Bull. Soc. bot. de France*, t. II, 1855. A. Chatin, *loc. cit.*

le parenchyme se trouve creusé de lacunes (*Zostera marina*, *Cymodocea æquorea*, etc.). (Duchartre, *loc. cit.*)

Signalons enfin la structure très simple des feuilles des Mousses, et rappelons l'organisation singulière des feuilles des *Sphagnum* avec leurs deux formes de cellules disposées en une seule assise. L'une de ces formes consiste en cellules incolores à parois spiralées perforées; l'autre en cellules étroites et allongées remplies de chlorophylle.

## § 3. BOURGEONS.

En faisant des coupes longitudinales sur les bourgeons terminaux, on étudiera le développement des feuilles, tantôt *basipète*, tantôt, au contraire, *basifuge*. On devra, dans tous les cas, pour faire ces recherches, choisir des bourgeons qui se développent d'une manière continue (Bouleau, Aune). Sur les côtés du cône végétatif, on aperçoit alors de petits mamelons, formés d'un tissu cellulaire très délicat, et de plus en plus saillants à mesure qu'on s'éloigne de l'extrémité terminale (fig. 133). Chacun de ces mamelons est une feuille naissante.

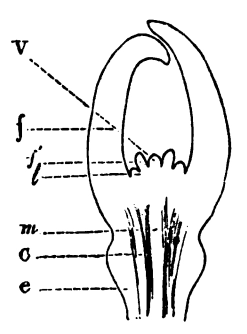



Fig. 133. — Coupe longitudinale d'un bourgeon.

La disposition réciproque des feuilles dans le bourgeon ou

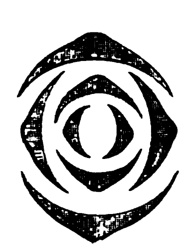


Fig. 134. — Coupe d'un bourgeon de Lilas (préfoliation imbriquée).

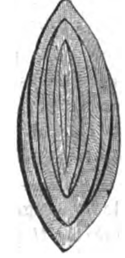


Fig. 135. — Coupe de bourgeon de Sauge (préfoliation semi-équitante).

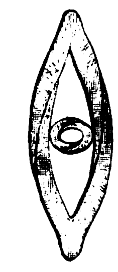


Fig. 136. — Coupe d'un bourgeon d'Iris (préfoliation équitante).

*préfoliation* s'étudiera également au moyen de coupes trans-

versales. Nous reproduisons (fig. 134 à 136), comme exemples de ces coupes, les préfoliations *imbriquée*, *équitante* et *semi-équitante*. On devra s'habituer à reproduire exactement ces dispositions des feuilles les unes par rapport aux autres dans les bourgeons ; ce sera un bon exercice préparatoire pour l'étude des fleurs et la reproduction de leurs diagrammes. L'étude de la préfoliation étant du domaine de l'organographie, nous ne pouvons que l'indiquer en passant.

---

# CHAPITRE IX

## APPAREIL VÉGÉTATIF ET ORGANES DE REPRODUCTION DES CRYPTOGAMES CELLULAIRES.

### ART. 1.

### Schizomycètes ou Bactéries (1).

#### § 1. GÉNÉRALITÉS (2).

On réunit aujourd'hui sous le nom de *Schizomycètes* ou *Bactéries* (Schizophycètes, L. Marchand), des êtres d'une organisation extrêmement simple qui par certaines formes se rattachent aux Champignons et par d'autres aux Algues, mais

(1) Le cadre de cet ouvrage ne nous permet pas, on le comprend, de donner une étude complète des Bactéries. Toutefois l'importance considérable qu'ont prise ces êtres microscopiques dans la pratique médicale au cours de ces dernières années nous fait un devoir de consacrer à leur examen un chapitre important. Nous sommes persuadés d'être utiles ainsi à nos lecteurs.

(2) On consultera avec fruit les ouvrages suivants : Cornil et Babes, *Les Bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses*, Paris, 1886. — Edgar Crookshank, *Manuel pratique de Bactériologie*, traduit par Bergeaud, Paris, 1886. — Duclaux, *Ferments et maladies*, Paris, 1882. — L. Marchand, *Botanique Cryptogamique*, 1883. — De Bary, *Leçons sur les Bactéries*, traduction par Wasserzug, 1886. — C. Flügge, *Die Mikroorganismen*, Leipzig, 1886, etc.

qui diffèrent de ces dernières par l'absence à peu près constante de chlorophylle.

Les Bactéries sont unicellulaires, dépourvues de noyau, mais munies d'une membrane. La cellule qui les constitue a toujours des dimensions microscopiques. Son diamètre transversal varie dans des limites très faibles ; il ne dépasse le plus souvent pas 1 millième de millimètre (1 μ) et atteint rarement 3 à 4 μ, il n'y a d'exception que pour un très petit nombre (*Beggiatoa*, *Crenothrix*, etc.). La longueur des Bactéries peut atteindre 7 à 10 μ. Le *protoplasma* des cellules bactériennes est ordinairement homogène, parfois granuleux, le plus souvent incolore. Parfois cependant la cellule est colorée et il est assez difficile, vu le petit volume des éléments, de distinguer si la coloration est due à la membrane ou au protoplasma. La coloration n'est en tous cas bien nette que lorsque les Bactéries sont réunies en grand nombre. La masse paraît alors jaune, rouge, verte, violette, bleue, brune, etc. La coloration rose d'une forme assez volumineuse (*Beggiatoa roseo-persicina*) paraît toutefois bien due au protoplasma.

Chimiquement, le protoplasma est ici formé d'une substance albuminoïde appelée *myco-protéine* par Nencki. Il est caractérisé par sa grande résistance aux bases et aux acides ; c'est sur cette résistance aux réactifs et sur la propriété qu'il possède d'absorber les couleurs d'aniline, qu'est fondée la technique des colorations des Bactéries.

Ajoutons que le protoplasma des Bactéries peut renfermer parfois des substances variées : des gouttelettes graisseuses ; des cristaux de soufre (*Beggiatoa*) ; de la granulose. C'est à l'existence de la granulose que diverses Bactéries (*Bacillus amylobacter*, *Spirillum amyliferum*, *Micrococcus Pastorianus*, *Leptothrix buccalis*) doivent de se colorer, à certains moments de leur évolution, en bleu sous l'influence de l'iode, alors qu'en règle générale ce réactif colore en jaune le protoplasma.

La *membrane* des cellules bactériennes est considérée comme ayant même composition chimique que le protoplasma. Elle pourrait renfermer cependant de la cellulose. Sa consistance est gélatineuse, aussi les Bactéries ont-elles une grande tendance à se rapprocher en amas. Ordinairement incolore, la

membrane peut être colorée en brun par des sels de fer (*Cladothrix*, *Crenothrix*).

La *forme* que revêtent les Schizomycètes est assez variable et les a fait diviser par Cohn en :

1° Sphéro-bactéries, ou bactéries sphériques (*Cocci*);

2° Micro-bactéries, ou bâtonnets courts (*Bacterium*);

3° Desmo-bactéries, ou bâtonnets longs (*Bacillus*);

4° Spiro-bactéries; enroulées en tire-bouchon, à spirale bien marquée (*Spirillum*) ou peu prononcée (*Spirochæte*); simplement ondulées (*Vibrio*).

Il est à remarquer qu'une même bactérie peut revêtir plusieurs de ces formes. Ainsi, *Bacillus amylobacter*, suivant Van Tieghem, peut se présenter sous la forme de filaments longs et immobiles, de bâtonnets droits ou spiralés, mobiles ou non. de bâtonnets courts, de cellules ovoïdes, etc. Très fréquemment les bactéries se groupent et donnent lieu alors à des formes qui ont longtemps été considérées comme caractérisant des espèces, mais que l'on peut observer chez des espèces très différentes. C'est, comme nous l'avons dit, à la consistance gélatineuse de la paroi ou, pendant la multiplication, à la rapidité de la division du protoplasma, qui l'emporte sur celle de la division de la paroi, que sont dus le plus souvent ces groupements. Quoi qu'il en soit, elles produisent alors :

1° Des *chaînettes*, constituant la forme *torula*, lorsque les articles sont globuleux, et la forme *leptothrix*, lorsque les articles sont cylindriques. Ordinairement, les filaments ainsi produits ne se ramifient pas. Ils se ramifient chez les *Cladothrix*.

3° Des *amas* (forme *Zooglœa*), constitués par des bactéries englobées dans une sorte de mucilage produit par gélification des parois. L'exemple le plus typique de cette forme est fourni par le *Leuconostoc mesenteroïdes* qui produit, dans les jus sucrés des sucreries, des masses glaireuses semblables à du *frai de grenouille*, nom qui leur est d'ailleurs vulgairement donné. Ailleurs, les zooglœa sont des *flocons* qui restent en suspension dans les liquides (*Bacillus anthracis, Beggiatoa* formant la *glairine* des eaux sulfureuses).

3° Des *membranes ou essaims* (forme *mycoderme*) dans les-

quelles les bactéries, serrées les unes contre les autres, ou enchevêtrées sont ou non retenues par une fine couche mucilagineuse. Dans le deuxième cas, c'est donc une espèce de zooglœa, mais disposée en voile à la surface des liquides (*Bacillus subtilis* des infusions de foin).

4° Des *dépôts pulvérulents* qui troublent d'abord le liquide tout entier, puis tombent au fond en couche plus ou moins épaisse.

Beaucoup de bactéries sont mobiles soit pendant tout le cours de leur évolution, soit à certaines périodes seulement. Ces mouvements sont de deux sortes : Les premiers sont de la nature des mouvements browniens (voir page 78); la cellule se meut sur place. Les autres sont des mouvements de translation tantôt lents, tantôt rapides, interrompus par des périodes de repos. Quelques espèces (*Beggiatoa*) ont des mouvements d'oscillation qui les rapprochent des algues du groupe des Oscillariées. Certains observateurs ont pensé que ces mouvements pouvaient être dus à des cils vibratiles de même nature que ceux qu'on voit sur les zoospores. Ehrenberg et Cohn ont en effet décrit des cils vibratiles chez beaucoup de bactéries (*Spirillum volutans*, *Vibrio rugula*, *V. serpens*, *Bacillus*, *Bacterium*, etc.). Mais en réalité ces cils très difficiles à voir semblent n'être pas de la même nature que les organes qui reçoivent ce nom et produisent les mouvements chez les zoospores. D'après Van Tieghem, en effet, le cil des bactéries n'est pas d'origine protoplasmatique, mais résulte d'un effilement de la paroi. Ainsi au cours de la multiplication du *Bacillus amylobacter*, la cloison de séparation des deux articles formés se gélifie en son milieu, et lorsque les deux articles viennent à se séparer, la lame gélifiée s'étire et, venant à se rompre bientôt, il en résulte aux extrémités correspondantes des deux articles un pseudocil, qui peut même parfois se fendre longitudinalement et donner lieu à plusieurs prolongements ciliaires.

### § 2. MULTIPLICATION DES BACTÉRIES (1) ET REPRODUCTION.

On ne connaît pas de reproduction sexuée chez les bac-

(1) Voir Rietsch, *Reproduction des Cryptogames*, thèse d'agrégation de l'École supérieure de Pharmacie. Paris, 1882.

téries. Elles ne semblent se multiplier que par *scissiparité* et par *spores endogènes*.

**Scissiparité.** — A. La multiplication par *scission* se fait ici avec les caractères généraux qu'elle revêt ailleurs. La cellule bactérienne grandit, puis quand elle a atteint à peu près le double de son volume normal, son protoplasma se divise. Une ligne claire, transversale, apparaît dans sa masse et une cloison se forme suivant cette ligne. La cloison s'épaissit, sa lamelle moyenne se gélifie et la séparation des deux nouveaux individus ainsi produits a bientôt lieu. Le volume très petit des cellules ne permet pas d'acquérir des notions plus complètes sur les détails de cette division. Certaines particularités peuvent se présenter au cours de cette division : ainsi, les *Spirillum* s'allongent d'abord de manière à former à peu près quatre tours de spire, puis la cloison se forme. Il peut arriver alors que la lamelle moyenne gélifiée retienne les deux individus, qui s'inclinent l'un vers l'autre et peuvent s'enchevêtrer.

Ailleurs la division est précédée d'un étranglement, la Bactérie affecte alors la forme d'un 8 de chiffre.

Ajoutons que le cloisonnement se fait parfois plus rapidement que la séparation des cellules. Celles-ci restent alors groupées en *filaments* plus ou moins allongés, ou en *chaînes* d'articles sphériques ou ovoïdes, formes que nous avons signalées plus haut. Les articles composant ces filaments ou ces chaînes peuvent ou non sécréter autour d'eux une matière mucilagineuse. Ils peuvent également se séparer, tout en restant voisins l'un de l'autre. C'est ainsi que dans le *Leuconostoc mesenteroïdes* (*gomme des sucreries*, *frai de grenouille*) les cellules séparées restent disposées en chapelets entourés d'une matière glaireuse (Van Tieghem) (fig. 137).

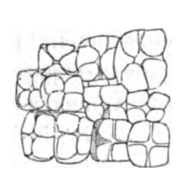


Fig. 137. — Sarcine. D'après Robin.

B. Il peut arriver que les cellules bactériennes étant de forme cubique se multiplient par des cloisons perpendiculaires dans les trois directions et donnent alors naissance à des massifs de 4, 16, 32, etc., cellules, ainsi qu'on l'observe dans la *Sarcina ventriculi* (fig. 137).

**Formation de spores endogènes.** — C'est une règle à peu

près générale que toutes les Bactéries, dans des conditions déterminées, sont susceptibles de produire des *spores*, c'est-à-dire des cellules qui, abandonnant l'individu qui leur a donné naissance, sont capables en germant de reproduire un individu semblable; ces spores ont reçu les noms de *germes*, *corpuscules*, etc. A part quelques exemples de *spores exogènes* (*Conidies*, voir plus loin, chapitre IX, art. III) observées dans le *Bacillus puerperalis*, on ne connaît guère que des *spores endogènes* chez les Schizomycètes.

La production des spores succède en général à la multiplication par scissiparité, et paraît résulter de conditions d'existence impropres à une vie active des Bactéries. C'est quand le *substratum* ou liquide nutritif s'épuise, que l'on voit généralement apparaître les spores. Toutefois cette conclusion ne saurait s'appliquer d'une manière absolument générale; ainsi, chez le *Bacillus amylobacter*, on voit dans le même milieu des cellules donner des spores, en même temps que d'autres cellules voisines continuent à végéter et à se multiplier par division (de Bary).

Quoi qu'il en soit, la formation des spores est généralement précédée de modifications qui se manifestent dans le protoplasma de la cellule bactérienne. C'est ainsi que chez *Bacillus amylobacter et Spirillum amyliferum* (Van Tieghem) l'apparition de la spore est précédée par la formation de granulose, dont il a été déjà question. Le filament (Bacillus) ou la spire (Spirillum) cesse de s'allonger, grossit et le protoplasma devient plus réfringent. Il se colore alors en bleu par l'iode, sauf toutefois en un point médian, qui continue de se colorer en jaune par le réactif. Cette région indique le point de formation de la spore future. Celle-ci apparaît bientôt avec sa forte réfringence, son contour net et sombre; plus tard, la granulose disparaît dans la cellule, et la spore est entourée d'un liquide hyalin, reste du protoplasma qui paraît lui avoir cédé ses principaux éléments constitutifs. Dans certains cas (Spirillum), on aperçoit une spore à chacune des extrémités de la spire; mais, par la suite, une cloison naît au milieu de l'élément, de sorte que chaque spore appartient en définitive à une seule cellule. C'est, d'ailleurs, un fait assez géné-

ral, que chaque cellule de Bactérie ne donne naissance qu'à une seule spore. — Lorsque la spore a acquis tout son développement, la membrane de la cellule-mère est résorbée et la spore devient libre.

La formation des spores est accompagnée de modifications dans la forme de la cellule mère, qui par leur constance peuvent être utilisées pour la diagnose des espèces. Chez *Bacillus megatherium*, *B. Anthracis*, *B. subtilis*, la forme des cellules-mères est peu différente de celle des spores. Celles-ci toutefois dans la première espèce restent plus courtes et beaucoup plus étroites. Elles sont à peine plus étroites chez *B. subtilis* et un peu plus larges chez *B. Anthracis*. Ailleurs, chez *Bacillus amylobacter*, *B. Ulna*, *B. subtilis*, la cellule-mère est très grosse comparativement aux cellules voisines; elle est renflée le plus souvent en forme de tête à une de ses extrémités, et c'est dans ce renflement que se développe la spore. Chez *Bactérium lucens*, la cellule mère s'étrangle au milieu, et c'est dans l'une des extrémités que se forme la spore, pendant que l'autre extrémité se vide.

Le *Leuconostoc* produit ses spores d'une façon toute particulière. Au moment venu, certaines de ses cellules grandissent, épaississent leur paroi et se transforment directement chacune en une spore. Sous ce rapport encore cette bactérie se rapproche beaucoup des Nostocacées.

### § 3. RÉSISTANCE DES SPORES. — STÉRILISATION.

Les spores endogènes produites par les Bactéries ont, d'après ce qui vient d'être dit, des dimensions très faibles, puisqu'elles sont presque toujours inférieures en volume à celui de leurs cellules-mères. Ainsi s'explique leur dissémination rapide et la présence de quantités innombrables de ces spores dans les milieux les plus divers. A ce caractère, les spores de la plupart des Bactéries en joignent un autre, qui consiste dans une résistance des plus remarquables aux causes ordinaires de destruction des êtres organisés, résistance très supérieure à celle que montrent les cellules-mères. Ce fait, sur lequel Pasteur attira le premier l'attention, a une importance considérable,

car il explique comment, après avoir détruit les Bactéries elles-mêmes, on n'a pas cependant stérilisé le milieu où la destruction des spores n'a pas été poursuivie avec le plus grand soin. C'est ainsi que si l'on étudie l'action de la température, on constate qu'à 100°, où la vie est généralement éteinte chez les individus adultes, il n'en est pas de même des spores ou germes, qui résistent à l'ébullition. Pour tuer et *stériliser* les liquides qui renferment des spores, il faut porter ces liquides à 110° et 115°. Les spores sèches ne sont même tuées sûrement que par une température de 150°. L'action du froid est également impuissante, à moins de températures très basses, à tuer les germes. Les spores de *Bacillus*, d'après les expériences de Frisch, résistent à des températures de — 87° ou même — 111°. Il est intéressant de remarquer cependant que la résistance des spores peut être gravement atteinte par l'emploi de liqueurs acides. Ainsi une infusion de foin, qui est toujours acide, est stérilisée sûrement à 100°. Si on la rend légèrement alcaline, il faudra la chauffer à 115°. — Dans certaines conditions d'autre part, deux ébullitions donneront le résultat qu'une seule n'aurait pas fourni. Si par exemple on fait bouillir du lait une première fois, il n'est pas stérilisé; mais une seconde ébullition à un jour de distance suffira presque sûrement à amener ce résultat, parce que dans l'intervalle les spores ont donné, en germant, des êtres adultes beaucoup moins résistants qu'elles-mêmes (Duclaux).

L'oxygène sous pression (24 atmosphères, d'après les expériences de P. Bert) peut arriver à tuer les spores. Ajoutons enfin que les spores paraissent résister très longtemps, parfois plusieurs années pour certaines espèces, à la dessiccation. Il résulte de ces faits que, quand il s'agira de stériliser un milieu, on ne sera certain d'être arrivé au résultat que si la germination fait défaut même après neutralisation ou culture dans un autre liquide nutritif. En exposant les principes de la méthode de culture des microbes, nous indiquerons les moyens que l'on doit employer pour assurer la stérilisation des milieux sur lesquels ou dans lesquels on opère.

§ 4. GERMINATION DES SPORES. — CONDITIONS DE VÉGÉTATION.

Lorsque les spores des Bactéries se trouvent dans des conditions favorables, elles entrent en germination. Parfois, la germination commence presque aussitôt après leur formation (*Bacillus subtilis*). Diverses circonstances peuvent d'ailleurs influer beaucoup sur la marche du phénomène. C'est ainsi que l'élévation de la température, dans certaines limites à déterminer pour chaque espèce, favorise en général la germination.

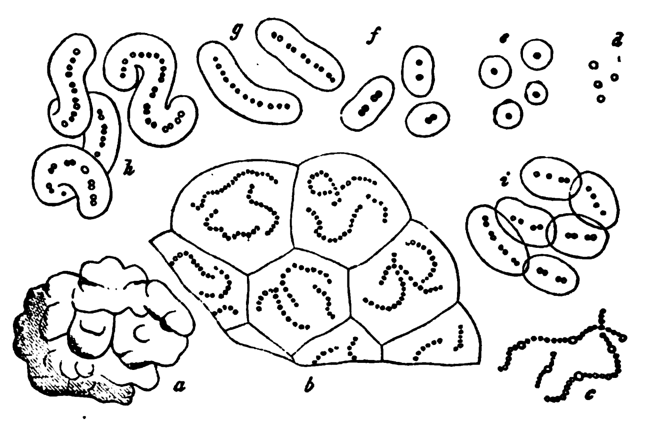



Fig. 138. — *Leuconostoc mesenteroïdes* (d'après de Bary). *a*. Amas de zooglœes; *b*, coupe à travers cet amas; *c*, chaîne de cocci avec spores, qui se distinguent par une bien plus grande taille; *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, divers stades du développement du Leuconostoc.

Il est à remarquer, à ce propos, que l'*optimum* de température, pour la germination des spores, est généralement supérieur à celui qui est propre à la simple végétation de la Bactérie. La température varie d'ailleurs pour la même espèce dans des limites parfois assez grandes. Ainsi, les spores du *Bacillus subtilis* peuvent germer entre 20° et 40°. Pour le *Bacillus anthracis*, l'optimum est vers 35°. Les spores du *Bacillus megatherium* germent bien à 20°, etc. Un milieu acide empêche la germination des spores.

Quant au mode suivant lequel se fait la germination, il varie avec les espèces considérées. Voici, par exemple, comment

M. Van Tieghem décrit la germination des spores du *Leuconostoc mesenteroïdes* (1) :

La spore (fig. 138), sphérique et mesurant 0mm0018 à 0mm0020, a une épaisse paroi cutinisée en dehors, appliquée intimement contre un protoplasma homogène. « La couche externe cutinisée se déchire bientôt irrégulièrement; la couche moyenne se gonfle et forme alors une épaisse enveloppe gélatineuse autour de la couche interne qui reste appliquée contre le protoplasma. Le grain central s'allonge ensuite jusqu'à acquérir une longueur double de son diamètre primitif; puis, le bâtonnet ainsi formé s'étrangle en son milieu et se divise en deux par une cloison. En même temps que chaque cellule arrondit sa surface de contact, la lamelle moyenne de la cloison se gélifie et se gonfle de manière à séparer l'un de l'autre les deux grains sphériques et à confluer latéralement avec la gaine gélatineuse qui est devenue ovale ». Les deux nouvelles cellules se segmentent à leur tour de la même manière, et on a bientôt un chapelet de cellules renfermé dans une épaisse gaine gélatineuse, qui, à mesure qu'elle s'allonge, se recourbe et se pelotonne indéfiniment sur elle-même, d'où le nom de *mesenteroïdes*.

Ailleurs la germination s'opère par simple déchirure de l'exospore qui livre passage au tube germinatif. Cette déchirure se fait vers le milieu de la spore chez *Bacillus subtilis*, à l'un de ses pôles chez *Bacillus amylobacter*. Les spores du *Bacillus Anthracis* procèdent autrement; elles se divisent en quatre cellules filles dont chacune donne un bâtonnet.

Lorsque la spore germe, l'accroissement en longueur de la nouvelle cellule se fait toujours dans le sens du grand diamètre de la spore (de Bary).

**Conditions de végétation.** — La germination opérée, la végétation de la Bactérie se poursuivra pourvu qu'elle soit dans des conditions favorables. Bien que ces conditions soient très variables avec les espèces, il est cependant quelques principes à peu près généraux sur lesquels nous devons insister, parce qu'ils donnent la clef des méthodes de culture employées.

1° Certaines Bactéries (*Micrococcus aceti*, *Bacillus subtilis*, *B. Anthracis*, etc.) sont *aérobies*, c'est-à-dire qu'elles ont besoin d'oxygène pour végéter et s'accroître. D'autres au contraire, dites *anaérobies* (*Bacillus amylobacter*), n'ont pas besoin d'oxygène et sont même tuées par cet agent ou arrêtées dans leur développement.

(1) Van Tieghem, *Ann. des Sc. nat. Bot.* 6e série, 1878.

2° L'*eau* paraît nécessaire aux Bactéries, non pas qu'elle soit ordinairement un élément nutritif; elle joue probablement le rôle de milieu d'échange.

3° Le *milieu nutritif* ou *substratum* a une importance capitale, car c'est à ses dépens que s'accroîtra la Bactérie.

Suivant de Bary, on peut classer comme suit, d'après leurs propriétés nutritives, les éléments entrant dans les solutions:

1. Albumine (peptone) et sucre.
2. Leucine et sucre.
3. Tartrate d'ammoniaque et sucre.
4. Albumine (peptone).
5. Leucine.
6. Tartrate d'ammoniaque, ou succinate d'ammoniaque, ou asparagine.
7. Lactate d'ammoniaque.

Cette liste ne convient et ne s'applique évidemment pas à toute espèce de Bactérie.

4° Pour que les Bactéries végètent, le milieu doit toujours être neutre ou légèrement *alcalin*. Un milieu acide empêche le développement ou le retarde considérablement. Ainsi, d'après Brefeld, 1/2000 d'acide sulfurique, chlorhydrique, azotique ou tartrique, 1/500 d'acide butyrique, 1/300 d'acide acétique, arrêtent la germination des spores et par suite le développement des Bactéries. Les acides phénique et salicylique sont moins actifs.

Cette condition de l'acidité des liquides nutritifs explique comment la végétation de certaines bactéries s'arrête parfois d'elle-même, lorsque ces bactéries viennent à produire des acides. Ainsi la fermentation du lait s'arrête d'elle-même au bout d'un certain temps par suite de la formation d'acide lactique. Cependant, certaines Bactéries font exception sous ce rapport et s'accommodent de milieux acides. C'est ainsi que le micrococcus du vinaigre se développe dans un milieu acidulé.

5° Certaines substances, telles que le sublimé, l'iode, le brome, etc., arrêtent la végétation des Bactéries, et peuvent, employées en quantité suffisante, amener leur destruction. De là l'emploi de ces substances comme *antiseptiques*.

Ce n'est pas ici le lieu d'énumérer ces substances et d'indiquer en détail leur pouvoir destructeur; toutefois, nous croyons bon de relever quelques-uns des chiffres donnés par Jalan de la Croix et que nous trouvons dans l'ouvrage de Cornil et Babes. Étant donné un litre de jus de viande rempli de bactéries, il faut employer en milligrammes :

| | Pour empêcher le développement. | Pour arrêter le développ. | Pour stériliser. |
|---|---|---|---|
| Sublimé | 40 | 170 | 80 |
| Chlore | 83 | 44 | 2,320 |
| Chlorure de chaux à 98° | 90 | 268 | 5,880 |
| Acide sulfureux | 155 | 500 | 5,265 |
| Acide sulfurique | 170 | 500 | 8,620 |
| Iode | 200 | 646 | 2,440 |
| Essence de moutarde | 300 | 1,690 | 35,700 |
| Thymol | 145 | 9,175 | 50,000 |
| Acide phénique | 1,500 | 45,450 | 376,000 |
| Chloroforme | 11,110 | 8,930 | — |
| Borax | 15,140 | 20,830 | — |
| Alcool | 47,620 | 227,300 | — |

6° L'action de la *température* sur la végétation des Bactéries a une importance considérable. Nous avons dit déjà que l'optimum de cette température est généralement inférieur à celui qui est propre à la germination des spores. Il varie avec les espèces et aussi avec le milieu dans lequel se développe la bactérie. C'est ainsi que le *Bacillus anthracis* cultivé dans la gélatine ou sur des pommes de terre présente son optimum de température entre 20° et 25°. Quand on le cultive dans le sang d'un animal il se développe à 40° avec une égale énergie (de Bary).

7° Enfin parmi les conditions qui peuvent influer sur la végétation des Bactéries, il est nécessaire de ne pas oublier celles qui sont créées par la présence d'une autre Bactérie dans le même milieu. Il s'établit alors une lutte pour l'existence qui peut se manifester par l'arrêt du développement de l'une des espèces en présence.

Les diverses conditions de végétation des Bactéries que nous venons d'énumérer sont celles dont on doit tenir compte lorsqu'on veut procéder à des expériences de culture portant

sur les Bactéries. Nous allons donner un aperçu des procédés de culture le plus généralement usités.

### § 5. PROCÉDÉS DE CULTURE. MILIEUX NUTRITIFS (1).

Pour cultiver les Bactéries, il est nécessaire de suivre une méthode bien déterminée qui a été enseignée pour la première fois par Pasteur. Après avoir recueilli la Bactérie il faut l'isoler, c'est-à-dire obtenir une *culture pure* avec laquelle on expérimentera à loisir.

Fig. 139. — Fourneau à gaz (figure empruntée à Duclaux).

*Flambage*. Tous les instruments dont on fait usage au cours de ces opérations (aiguilles, couteaux, tubes, ballons, etc.), aussi bien que les milieux nutritifs que l'on emploie, doivent être scrupuleusement *stérilisés*. C'est ce qu'on nomme le *flambage*.

Le flambage à la lampe, des instruments métalliques, les détériorant assez rapidement, il vaut mieux adopter uniformément l'emploi du fourneau à gaz figuré ci-contre, dans lequel on porte les instruments à 150° ou 200° pendant une heure au moins. S'il s'agit de stériliser des tubes de verre ou les ballons qui doivent renfermer le liquide nutritif, on introduit dans le col de ces ballons un tampon de coton, et après les avoir placés dans le chauffoir on porte la température assez loin pour que les tampons de coton commencent à roussir. Les spores sont tuées par la haute température, et en laissant refroidir dans l'appareil, l'air qui rentre dans le ballon ou le tube, à mesure que se fait le refroidissement est un air calciné et débarrassé de tout germe.

(1) Nous n'avons pas la prétention de faire connaître ici dans tous leurs détails les procédés de culture. Nous nous proposons de donner seulement quelques exemples propres à montrer la marche à suivre.

Pour stériliser les bouillons et autres liquides nutritifs, on emploie avec avantage l'autoclave fabriqué par Wisnegg. C'est une sorte de marmite de Papin fermée hermétiquement et bien boulonnée qui se chauffe au gaz par sa partie inférieure et qui est munie d'un thermomètre.

Enfin pour stériliser les liquides nutritifs, faire cuire les pommes de terre, hâter la filtration d'agar-agar, etc., on se sert encore du stérilisateur à vapeur de Koch qui se compose d'un cylindre en fer-blanc garni de feutre extérieurement, haut de $0^m,50$ environ et surmonté d'un couvercle percé d'un trou par lequel passe un thermomètre. Un diaphragme placé vers le milieu du cylindre le divise en deux chambres, l'une inférieure que l'on remplit aux deux tiers d'eau, l'autre supérieure ou chambre à vapeur dans laquelle on placera les objets à stériliser. Un tube établi sur le côté permet de juger du niveau de l'eau à l'intérieur de l'appareil. On chauffe au gaz par la partie inférieure. Des étuves à régulateur de température (incubateur d'Arsonval, étuve de Vignal, par exemple) feront également partie du matériel nécessaire.

**Milieux nutritifs, préparation et conservation.** — Les milieux nutritifs employés sont très variables. Pasteur n'employait tout d'abord que des milieux *liquides*; bientôt l'un de ses préparateurs, M. Roux, eut l'idée de solidifier ces liquides au moyen de gélose (mousse de Chine, agar-agar des allemands); l'emploi des milieux *solides* est devenu aujourd'hui très répandu, mais si les avantages qu'ils offrent ont engagé à les substituer à peu près complètement aux milieux liquides, il ne faut pas oublier que l'emploi de ces derniers est indispensable dans certaines recherches.

*A.* **Milieux liquides. Cultures.** — Les milieux liquides les plus employés sont les bouillons de viande, les infusions végétales, le sérum de sang, l'urine, le lait, et diverses solutions artificielles.

*a. Bouillons de viande.* — Les bouillons de viande se préparent avec de la viande de bœuf, de veau, de poulet, etc. Les viandes doivent être coupées en petits morceaux, débarrassées de la graisse, portées doucement à l'ébullition dans l'eau; on verse sur un filtre mouillé. Le bouillon étant toujours un peu acide, on le neutralisera avec une solution de carbonate de soude. Il doit être limpide.

*b.* Les *infusions végétales* le plus souvent employées sont des infusions de foin, de concombre ou de navets. Ordinairement, on laisse macérer pendant quelques heures et on fait bouillir avec de l'eau distillée; le produit est filtré.

*c.* Parmi les *liquides artificiels*, nous citerons le *liquide de Pasteur* qui se prépare par le mélange de :

| | |
|---|---|
| Eau distillée.................................... | 100 gr. |
| Sucre de canne pur.............................. | 10 gr. |
| Tartrate d'ammoniaque......................... | 1 gr. |
| Cendres de levûres.............................. | 0gr,075 |

Le *liquide de Cohn* modifié par Meyer :

| | |
|---|---|
| Eau distillée....................................... | 20 gr. |
| Phosphate de potasse........................... | 0gr,1 |
| Sulfate de magnésie.............................. | 0gr,1 |
| Phosphate de chaux tribasique................ | 0gr,01 |
| Tartrate d'ammoniaque......................... | 0gr,2 |

Quel que soit le liquide nutritif employé il doit d'abord être introduit dans des récipients (tubes, ballons, etc.) *ad hoc*, où on le conserve jusqu'au moment où on en voudra faire usage pour les cultures.

Les tubes dont on fait usage pour la conservation des liquides de culture

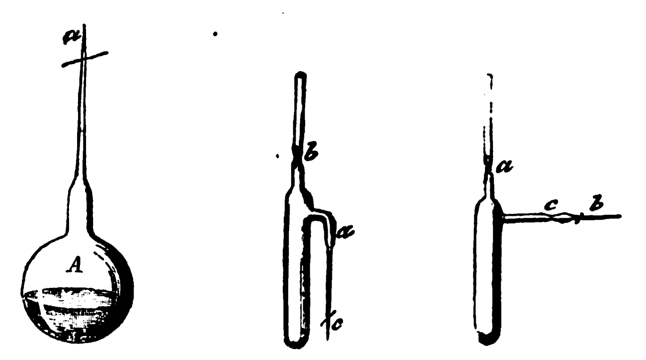



Fig. 140. — Tubes et ballon à effilure pour conserver les bouillons (figure empruntée à Duclaux).

sont pourvus latéralement d'une effilure et terminés supérieurement par un col où l'on met un tampon de ouate. Ces tubes peuvent être à un ou 2 réservoirs. On se sert encore de ballons à effilure latérale qui sont d'un emploi très commode.

Voici en tous cas comment l'on doit opérer. Supposons que l'on veuille conserver du bouillon qui vient d'être préparé. On commence par flamber à 150°, comme nous l'avons dit plus haut, les matras ou tubes que l'on veut

remplir et s'il s'agit d'un tube, pendant que le bouillon est à l'ébullition à l'air libre, on le prend, on en passe l'effilure dans la flamme d'une lampe à alcool, on casse son extrémité sans choc après y avoir tracé un trait à la lime, on repasse de nouveau la section dans la flamme et on introduit l'effilure ainsi ouverte dans le bouillon à l'ébullition. On aspire doucement par le col du tube. Le liquide monte par l'effilure et redescend dans le tube; quand on en a introduit une quantité suffisante, on chasse la goutte de liquide qui reste à l'extrémité de l'effilure et on ferme à la lampe. On agit de même avec les ballons à effilure latérale. On peut encore verser simplement le bouillon dans des tubes ou des ballons stérilisés, dont on effile ensuite le col à la lampe d'émailleur. On assure la stérilisation parfaite du liquide en plaçant les récipients ainsi remplis dans l'autoclave et portant la température à 115 ou 130 degrés.

Si l'on veut alors procéder à la culture d'une Bactérie sur le liquide ainsi conservé, voici comment se fait l'opération dont nous empruntons les détails à M. Duclaux : On introduit le liquide nutritif dans des tubes ou dans des

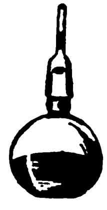


Fig. 141. — Matras Pasteur (figure empruntée à Duclaux).

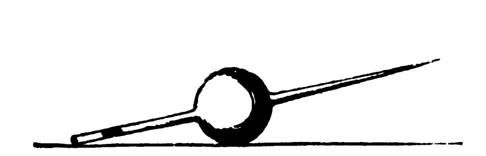


Fig. 142. — Pipette (figure empruntée à Duclaux).

matras Pasteur, petits ballons à fond plat, fermés par un bouchon à l'émeri, à recouvrement, qui lui-même n'est pas plat, mais se termine par un tube de verre obstrué par un tampon de coton. Tubes ou matras ont été préalablement stérilisés, comme il a été dit, vers 150°. Quand on veut remplir un certain nombre de ces matras on les dispose en rang le long d'une table sur laquelle on met aussi une lampe à alcool, et le ballon scellé renfermant le bouillon. On a préparé d'avance et flambé une pipette en verre mince dont le col porte aussi un tampon de coton et dont l'extrémité effilée est fermée à la lampe. On descelle le col du ballon renfermant le bouillon, en procédant de la manière suivante : On fait un trait de lime sur le col et on suit ce trait avec un morceau de charbon enflammé, de façon à obtenir une fente circulaire. Le col se trouve ainsi détaché sans choc. Cela fait, on casse l'effilure de la pipette, on la passe dans la flamme et on en remplit le réservoir par aspiration. Puis enlevant successivement avec la main gauche les bouchons à l'émeri de chaque matras, on y laisse couler de la pipette tenue dans la main droite la quantité voulue de liquide, et on remet le bouchon après l'avoir légèrement flambé.

Si le bouillon a été conservé dans un tube à effilure latérale (fig. 140), l'usage de la pipette devient inutile. Il suffit en effet de briser l'effilure après

l'avoir flambée, de flamber l'extrémité brisée, et de souffler par le col pour faire entrer le liquide dans le matras Pasteur où on a introduit l'effilure du récipient.

Toutes les précautions que nous indiquons doivent être scrupuleusement suivies, si l'on veut avoir un bouillon pur de tous germes. Il conviendra même, pour s'assurer que l'opération a été bien faite, de placer les matras pendant plusieurs jours à 35° dans une étuve. Le liquide qu'ils renferment ne doit subir alors aucune modification, ne présenter aucun trouble ou dépôt.

Lorsqu'on s'est assuré que le bouillon est bien stérilisé, il ne s'agit plus que de l'ensemencer, ce que l'on fait de la manière suivante. S'il s'agit de corps solides, on en prend une parcelle avec une pince flambée et on l'in-

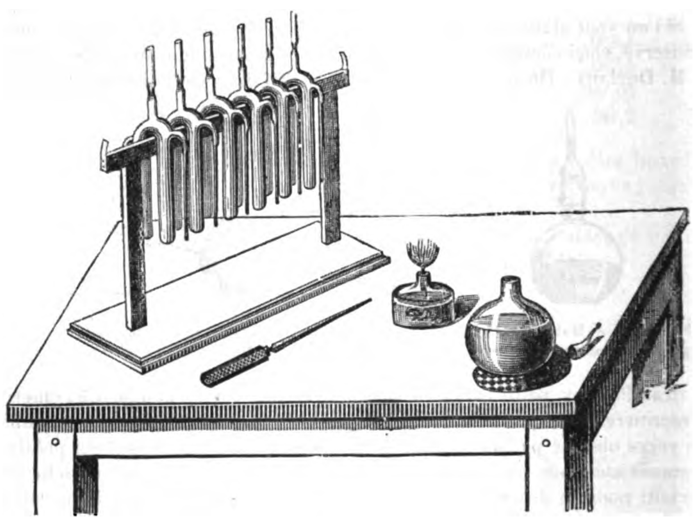


Fig. 143. — Tubes à double réservoir (figure emprunté à Duclaux).

troduit dans un des matras où l'on vient de mettre le liquide nutritif. S'il s'agit de liquides, on se sert avec avantage des tubes à 2 réservoirs, dont l'un renferme déjà le bouillon (fig. 143). En brisant l'effilure du réservoir vide, et en aspirant par le col, on fait pénétrer dans ce réservoir une petite quantité du liquide septique. On ferme l'effilure à la lampe et en inclinant le tube on fait passer dans le bouillon une petite quantité du liquide à étudier. On porte à l'étuve à la température convenable et on attend que la végétation s'opère; si rien ne se produit, on mélange au bouillon une plus grande quantité du liquide.

Pour introduire les liquides septiques dans les bouillons on peut encore se servir d'une aiguille de platine chauffée au rouge puis refroidie. On trempe l'extrémité de cette aiguille dans le liquide suspect et on l'introduit dans le

bouillon, en se tenant dans l'atmosphère de la flamme d'une lampe à alcool.

*d. Sérum du sang.* — Pasteur pour obtenir le sérum du sang opère de la façon suivante : On saigne un animal en introduisant dans la veine jugulaire un trocart stérilisé qui communique avec l'effilure latérale d'un ballon dont le col est bouché à la ouate et qui est également stérilisé. On ferme ensuite l'effilure à la lampe. On laisse le ballon au repos pendant un ou 2 jours; le caillot se rétracte et se sépare d'une couche de sérum. Il suffira de recueillir ce sérum dans les matras Pasteur, comme il a été dit pour les bouillons. Quand l'opération est bien menée, le sérum ainsi préparé est toujours pur (Cornil). Si pour plus de sécurité on veut le stériliser, on procède à une série de chauffages à 58°, répétés une heure chaque jour pendant 5 ou 6 jours. Cette méthode dite *de stérilisation discontinue* repose sur ce fait que les bactéries sont tuées à une température inférieure à la température de coagulation des matières albuminoïdes, mais que les spores résistent. Le premier chauffage tue les bactéries. Mais dans l'intervalle du premier au deuxième les spores germent. Les nouvelles bactéries ainsi formées sont tuées par le second chauffage ; finalement on arrive à débarrasser le liquide de tous les germes qu'il contenait. Il est à noter qu'une pellicule de cholestérine se forme souvent à la surface du sérum stérilisé ; il ne faudrait pas la confondre avec une végétation de Bactéries.

**Isolement des Bactéries. Méthode des gouttes fractionnées.** — La méthode de Pasteur, dite méthode des gouttes fractionnées, pour arriver à obtenir une *culture pure* de tout mélange, est la suivante : On introduit dans le liquide nutritif convenable une parcelle imperceptible de l'être à reproduire. Si cette semence renferme un mélange d'espèces, on peut toujours en choisissant convenablement le liquide de culture donner le pas sur toutes les autres à celle qu'on veut isoler. Dès lors, en prenant dans le premier liquide une goutte de semence pour l'introduire dans un second tout pareil, on obtiendra une seconde génération d'êtres parmi lesquels pour les mêmes raisons que dans la première domineront ceux qu'on veut séparer, de sorte qu'en recommençant à plusieurs reprises la même opération, on pourra éteindre toute forme vivante autre que celle qu'on veut isoler pour l'étudier (Duclaux).

B. **Milieux solides.** — Plus récemment on a, comme nous le disions plus haut, substitué en partie aux milieux nutritifs liquides les milieux solides : Le développement sur ces derniers se fait, il est vrai, plus lentement, mais il devient beaucoup plus facile d'arriver rapidement à isoler les bactéries et à obtenir des cultures pures. En effet, les bactéries sur les milieux solides se meuvent moins facilement que dans les liquides et les bactéries étrangères qui peuvent être amenées par l'air au cours des manipulations restent au point où elles tombent et forment des colonies qu'il est facile de reconnaître pour étrangères à celles de la bacférie que l'on cultive. Les milieux solides ont encore l'avantage, lorsqu'ils sont introduits dans des tubes, de permettre pour l'ensemencement de retourner les tubes l'ouverture en bas, ce qui évite plus facilement l'introduction des germes de l'air.

Quand on se servira de milieux solides, on n'oubliera pas que, semblable-

ment aux milieux liquides, leur composition doit varier avec l'espèce de bactérie que l'on cultive. On ne négligera pas en même temps une circonstance importante, à savoir que la gélatine se liquéfie à 20° environ et qu'on ne doit pas dès lors l'employer pour des bactéries qui nécessitent pour leur développement une température plus élevée.

Avec l'agar-agar (gélose) on peut atteindre 40°, sans crainte de liquéfaction.

Nous allons donner les procédés de préparation de quelques-uns des milieux solides les plus usités.

*Gélatine nutritive* ou *gelée de peptone-gélatine.* — Cette gelée se prépare comme suit : On prend une livre de viande de bœuf bien dégraissée. On la coupe en petits morceaux que l'on met dans un flacon avec un litre d'eau distillée. On agite et on laisse macérer pendant 12 heures dans une glacière. — Le lendemain matin, on lave avec soin, on rince à l'alcool et on stérilise à 150° un certain nombre de tubes d'essai pourvus d'un tampon de ouate. On opère de même pour un petit entonnoir en verre. Cela fait, on agite l'infusion de viande et on sépare la partie liquide qu'on filtre sur un linge. On introduit ce jus de viande dans une grande éprouvette graduée et on remplit d'eau distillée de manière à obtenir un litre de liquide. — Ce liquide placé dans un vase suffisamment grand est additionné de 10 grammes de peptone sèche, 5 grammes de sel ordinaire et 100 grammes de gélatine ; on abandonne le mélange pendant une demi-heure et on fait alors doucement chauffer au bain-marie jusqu'à dissolution de la gélatine. Si la solution est acide, ce dont on s'assure au papier de tournesol, on la neutralise avec une solution de carbonate de soude. Si elle est trop alcaline on l'additionne d'acide lactique. On fait alors chauffer au bain-marie pendant une heure, puis on filtre jusqu'à ce qu'on obtienne un liquide transparent, d'un jaune paille. (Le filtre doit être fait d'excellent papier blanc.) Cela fait, on verse le liquide filtré dans les tubes d'essai stérilisés qu'on remplit au tiers environ, en ayant soin de ne pas toucher avec le liquide les régions de la paroi que doit occuper le tampon de ouate. Les tubes remplis de la sorte, on les place dans le stérilisateur à vapeur, au moment où le thermomètre marque 100° et on les y laisse séjourner 12 minutes. On recommence cette opération pendant 4 ou 5 jours. On est alors en possession de tubes remplis d'une gelée nutritive qui convient à un certain nombre de Bactéries.

*Gélose* (*agar-agar*) *nutritive.* — Cette gélose se prépare comme la précédente, en remplaçant les 100 grammes de gélatine par 20 grammes de gélose qu'on a fait préalablement tremper toute une nuit dans l'eau salée pour faciliter sa dissolution. On filtre sur une flanelle ou un filtre en papier placés dans un entonnoir à double paroi remplie d'eau chauffée par un tube à gaz extérieur circulaire. La gelée d'agar-agar est toujours moins transparente que celle à la gélatine. Nous avons dit par contre qu'elle avait sur cette dernière l'avantage de pouvoir être portée à 40° sans se liquéfier. Les tubes dans lesquels on introduit la gelée d'agar-agar doivent être placés obliquement de manière que la surface de la gelée qu'ils contiennent soit oblique. Une petite quantité d'eau qui apparaît à la surface par suite de la

contraction de la gelée refroidie se rassemble alors au bas de la déclivité de la surface.

Avec les gelées nutritives on fait des cultures en tubes et des cultures en plaques. Toutes deux ont leurs avantages et permettent souvent de caractériser la Bactérie que l'on veut reconnaître grâce au mode de végétation qu'elle présente soit dans les tubes, soit sur les plaques.

*Cultures en tubes d'essai* (1). — On prend un des tubes contenant la gelée nutritive stérilisée, on enlève le bouchon de ouate et on retourne le tube l'ouverture en bas. Saisissant alors une aiguille de platine stérilisée, chargée de la matière renfermant les bactéries que l'on veut étudier, on plonge cette aiguille dans la gelée. On plonge une seule fois, et on replace immédiatement le bouchon de ouate. Si c'est un tube à gélose que l'on ensemence, on fait avec l'aiguille, sur la surface oblique, plusieurs stries rayonnant de bas en haut. Cela fait, si l'on veut arriver à obtenir une culture pure, on agira de la manière suivante : on prend trois tubes renfermant la gelée nutritive et on les porte à 30° (gélatine nutritive) ou à 45° (gélose nutritive) en les plongeant dans de l'eau à cette température de manière à liquéfier la gelée. On prend alors en main un tube renfermant la culture et un tube à gelée liquéfiée. Ce tube dit « original » est tenu aussi horizontalement que possible. Une fois les tampons de ouate enlevés des deux tubes, avec une aiguille de platine stérilisée on enlève une gouttelette de la culture et on la porte dans l' « original », en agitant plusieurs fois l'aiguille dans la gelée liquide qu'il renferme. On rebouche promptement les tubes, et mettant le tube de culture de côté, on agite doucement le tube « original » par des mouvements horizontaux et verticaux qu'on lui imprime alternativement. — Quand le mélange est bien opéré, on ensemence de la même manière un second tube de gelée liquide (on a soin en effet de conserver les tubes qui doivent servir, dans l'eau chaude) avec la culture de l' « original » en introduisant trois gouttelettes avec une aiguille stérilisée. Ce nouveau tube porte le nom de « première atténuation ». On répète la même opération sur un troisième tube, on obtient la « deuxième atténuation ». Le plus souvent cela suffit à donner une culture suffisamment pure.

**Cultures sur plaques.** — Ce procédé très employé et mis en honneur par Koch consiste à verser la gélatine renfermée dans les tubes que l'on vient d'ensemencer sur une lame de verre de 15 centimètres de large environ. Les lames de verre doivent être préalablement lavées avec soin et stérilisées. On les place sur une tablette de verre recouvrant une cuve remplie de glace. Le tout repose sur une table à vis calantes. Au moyen d un niveau d'eau on établit l'horizontalité parfaite de la tablette de verre et on y place la lame de verre sur laquelle on verse doucement le contenu du tube « original », en l'étalant avec une baguette de verre, de manière qu'il forme une épaisseur de 2 à 3 millimètres et qu'il n'atteigne pas les bords de la lame. Grâce à la glace employée, la solidification de la gelée s'opère bientôt, on porte alors la plaque dans une chambre humide composée d'un cristal-

(1) Voir Crookshank, Cornil et Babes, etc.

lisoir dont le fond est occupé par une feuille de papier buvard imbibé d'eau distillée stérilisée. Le cristallisoir est couvert d'une cloche. On fait autant de plaques semblables qu'on a de tubes d'atténuation et on les étiquette avec soin. Ces plaques sont placées dans le cristallisoir sur les degrés d'une petite échelle double en métal ou en verre. Le fractionnement des cultures donne d'excellents résultats. Si les bactéries n'exigent pas une température supérieure à 18° ou 20° (température de la chambre) les colonies se développent en 1 ou 2 jours. La plaque préparée avec l' « original » en contient alors un nombre considérable, qui, si les bactéries liquéfient la gélatine, se mêleront bientôt et produiront rapidement la liquéfaction de toute la masse. La plaque de première atténuation renferme des colonies moins nombreuses et plus stables. Enfin sur la plaque de deuxième atténuation les colonies sont complètement isolées et peuvent être étudiées à loisir.

Lorsque les Bactéries demandent pour se développer une température supérieure à 20°, on emploie la gélose nutritive et non la gélatine. Mais la gélose glissant sur le verre, on remplace les lames par de petits cristallisoirs à fond plat, stérilisés et recouverts d'un disque de verre.

Si l'on se sert de sérum de sang gélatinisé, c'est dans des godets de verre qu'on le place et on ensemence le contenu comme nous allons le dire pour les cultures sur pomme de terre.

**Cultures sur pomme de terre**, etc. — Depuis longtemps on s'est servi de pommes de terre, de carottes, œufs, etc., comme milieux nutritifs. Voici comment on opère avec les pommes de terre. On les prend à peau fine, bien saines; on les brosse, on enlève les parties altérées, et on les place pendant une heure dans une solution de sublimé à 5 p. 1000. Enfin on les fait cuire une demi-heure dans une étuve à vapeur. Au bout de ce temps, après s'être lavé les mains au savon, puis les avoir trempées dans une solution de sublimé, on prend 2 de ces pommes de terre et au moyen d'un couteau stérilisé, on les coupe chacune en 2 tranches par une section nette. Les 4 tranches ainsi obtenues sont placées immédiatement dans une chambre humide stérilisée. Cela fait, avec un autre conteau stérilisé, on prélève une petite parcelle de la substance renfermant les bactéries à étudier et on l'étale sur la face d'une tranche. Puis on prend une parcelle à la surface de cette tranche et on l'étale sur une deuxième tranche. On répète la même chose pour les deux tranches restantes, si bien que la tranche quatrième ne reçoit en fin de compte qu'un très petit nombre de germes.

On agit avec les carottes comme avec les pommes de terre. Pour les œufs, on les fait durcir, on les débarrasse de la coquille, on les lave au sublimé, on les met de nouveau à l'étuve et on les divise en deux comme les pommes de terre.

Toutes ces préparations sont placées dans la chambre humide soit à la température de la chambre, soit à l'étuve selon les espèces de Bactéries auxquelles on a affaire.

**Examen des cultures sur plaques**. — Pour l'examen macroscopique des cultures sur plaques, on place ces plaques sur une lame de verre

noir. On étudie alors la forme des colonies, leur couleur, leur répartition, etc. Pour l'examen microscopique on se sert de faibles grossissements, et si on veut étudier de plus près l'une des bactéries de la culture on prélève délicatement, avec une aiguille de platine recourbée en crochet à l'extrémité, une petite parcelle de la colonie à examiner et on la délaye dans une goutte d'eau distillée stérilisée, ou dans une goutte de bouillon stérilisé, sur un porte-objet stérilisé également. On recouvre d'une lamelle flambée. Si la végétation n'a lieu qu'à une température supérieure à celle de la chambre, le porte-objet est placé sur une platine chauffante.

Pour l'examen dans la chambre humide, on place une parcelle de la substance à examiner sur une lamelle mince bien lavée et flambée, dans une gouttelette de bouillon stérilisé et neutralisé. On renverse alors la lamelle sur une lame de verre porte-objet assez profondément excavée et dont l'excavation est entourée d'avance d'une couche épaisse de vaseline.

## § 6. PROCÉDÉS GÉNÉRAUX DE PRÉPARATION ET DE COLORATION DES BACTÉRIES.

Suivant qu'il s'agit de Bactéries vivant dans des humeurs ou dans des tissus, les procédés pour les préparer et les colorer varieront.

S'il s'agit de *liquides* (pus, mucus, crachats, etc.) le meilleur procédé consiste à prendre au moyen de baguettes de verre flambées ou d'aiguilles stérilisées une goutte d'un de ces liquides qu'on étale sur une *lamelle* de verre et qu'on fait sécher complètement en passant la lamelle à deux ou trois reprises dans la flamme d'une lampe à alcool. Ces lamelles desséchées peuvent se conserver très longtemps sans altération. On colorera les bactéries qu'elles portent soit en laissant séjourner sur la préparation pendant quelques minutes le liquide colorant, soit, lorsque la bactérie est longue à colorer, en plaçant délicatement la lamelle sur un bain colorant contenu dans un verre de montre. La lamelle très légère flotte sur le bain et la face recouverte du liquide desséché est seule en contact avec la substance colorante. On l'y laisse ainsi tout le temps convenable, et il n'y a plus qu'à laver à l'eau distillée et à observer au microscope.

S'il sagit de corps *solides*, de tissus, on en détache un morceau avec un couteau stérilisé, on le fait durcir dans l'alcool

ou par tout autre procédé (voir plus loin) et on pratique des coupes que l'on colore comme il va être dit (1).

**Procédés de coloration.** — Cornil et Babes recommandent, lorsque cela est possible, c'est-à-dire lorsqu'on possède des cultures des Bactéries à étudier, de les examiner d'abord au microscope dans l'eau et dans la chambre humide (voir page 271). On les colore ensuite après demi-dessiccation par une solution aqueuse faible de violet de méthyle *B* (de Bâle) pendant quelques minutes. Ainsi colorées, on les examine immédiatement dans l'eau, et on peut encore pendant quelque temps observer leurs mouvements. Ce procédé d'examen des bactéries fraîches a un grand avantage sur les procédés d'examen de bactéries traitées par l'alcool. Ces dernières en effet sont toujours assez fortement contractées par l'emploi du réactif et on n'a plus de notions vraies sur leur volume.

Quand il s'agit de préparations séchées sur lamelles ou de coupes de tissus, voici comment on opère d'une façon générale :

1° On colore la coupe au moyen de couleurs d'aniline (voir la 2e partie pour la préparation de ces couleurs).

2° On fixe la matière colorante sur les bactéries au moyen d'une solution d'iode, d'une solution de bichlorure de mercure (procédés de Gram) ou de carbonate de soude.

3° On lave à l'alcool ou aux acides (procédé d'Ehrlich) pour décolorer le tissu et ne laisser que les bactéries colorées.

4° On déshydrate en traitant par l'alcool absolu.

5° On éclaircit dans l'essence de bergamotte, de girofle, ou d'origan. — On préfère en général l'essence de bergamotte parce qu'elle décolore moins que l'essence de girofle qui enlève toute la couleur quand les coupes sont faiblement teintes. L'huile d'origan est préférable pour les coupes faites dans la celloïdine, parce qu'elle ne dissout pas cette substance.

6° Enfin on monte dans le baume du Canada. Le meilleur baume est le baume pur, enfermé dans des tubes métalliques semblables aux tubes à couleurs employés par les peintres.

(1) Pour les méthodes d'incorporation, de fixation et les coupes des tissus, nous renvoyons aux procédés détaillés que nous donnons dans la 2e partie.

L'usage du baume dissous dans le chloroforme est également bon, mais il décolore parfois les coupes.

Parmi les méthodes générales de coloration les plus employées, nous citerons les suivantes.

1° **Méthode de Gram.** On colore les coupes en les plongeant quelques minutes dans une solution de violet gentiane-aniline préparée de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| Aniline pure.................................. | 1 cent. c. |
| Eau........................................ | 24 — |

Agiter et filtrer; ajouter :

| | |
|---|---|
| Violet de gentiane finement pulv........... | 50 centigr. |

Filtrer la solution.

Les coupes une fois colorées sont introduites dans une solution d'iode ainsi préparée :

| | |
|---|---|
| Iodure de potassium. ......................... | 1 gr. |
| Eau distillée.................................. | 20 — |
| Iode cristallisé................................. | à saturation. |

On y laisse les coupes jusqu'à ce qu'elles aient acquis une teinte brun foncé. On les retire alors et on les traite par l'alcool absolu jusqu'à décoloration complète. On les met dans l'essence de bergamotte et on les monte dans le baume.

Dans ces préparations, tout est devenu incolore à l'exception des bactéries.

Suivant Cornil et Babes, la méthode de Gram est recommandable pour l'étude des bacilles de la septicémie des souris, de l'œdème malin et du charbon, des bactéries de la diphtérie, des streptococci de l'érysipèle et du phlegmon, etc. — Ces auteurs remplacent fréquemment le violet de gentiane par le violet de méthyle B (de Bâle). Ils préparent alors leur liquide colorant de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| Huile d'aniline.................................. | 5 gr. |
| Eau distillée.................................... | 100 — |

Agiter et filtrer; ajouter :

| | |
|---|---|
| Solution alcoolique concentrée de violet de méthyle. | 11 gr. |
| Alcool absolu.................................. | 10 — |

On peut alors décolorer directement les coupes par l'alcool absolu après les avoir rapidement lavées à l'eau distillée. On les passe à l'essence de girofle et on les monte dans le baume. Les bacilles ainsi que les noyaux du tissu restent colorés par ce procédé.

2° **Méthode d'Ehrlich.** Cette méthode consiste à décolorer les coupes non plus au moyen de l'alcool, mais au moyen de l'acide nitrique. Voici com-

ment on opère : On mélange 100 parties d'une solution aqueuse d'aniline saturée et filtrée, avec 11 parties d'une solution alcoolique saturée d'une teinture à base d'aniline (violet de méthyle, violet de gentiane, fuschine) et on filtre. On laisse les coupes pendant plusieurs heures dans ce mélange colorant, ou on met à l'étuve pour activer la coloration.

Cela fait, on lave rapidement dans une solution d'acide nitrique au dixième dans l'alcool ou dans une dilution dans l'eau dans la proportion de 1 à 3 ou 4. — On traite alors par l'alcool absolu l'essence de bergamotte et on monte dans le baume.

Cette méthode est employée particulièrement pour colorer les bacilles de la tuberculose et de la lèpre. On peut remplacer l'acide nitrique par l'acide acétique glacial ou par l'acide chlorhydrique (1 d'acide pour 10 d'alcool).

**Méthodes de double coloration.**— On trouve souvent avantageux de colorer les tissus au milieu desquels se trouvent les bactéries d'une autre teinte (teinte de contraste) qui fait mieux ressortir la couleur donnée aux bactéries et qui permet en même temps d'étudier plus à fond les lésions dont ces tissus peuvent être le siège. Les couleurs qu'on emploie lorsque les bactéries ont été colorées en bleu ou en violet sont le picrocarminate d'ammoniaque la safranine, l'éosine, etc. qui colorent le fond en rouge. Si les bactéries sont colorées en rouge, on emploie avec avantage le brun de Bismarck. Cette couleur par contre peut être utilement employée pour colorer en brun foncé des bactéries qu'on veut reproduire par la photographie.

Quoi qu'il en soit, quand on veut procéder à la double coloration, voici comment on opère : après avoir laissé une minute dans la solution iodée les coupes teintes par les couleurs d'aniline, on les lave à l'eau ou à l'alcool faible; on les laisse quelques minutes dans le picro-carmin ou dans une solution aqueuse de safranine ou d'éosine. Le picro-carmin est particulièrement précieux parce qu'il donne une belle teinte aux noyaux, tandis que les fibres et le protoplasma sont colorés en rose pâle.

*Procédé Berlioz.* Un procédé rapide de double coloration a été indiqué par Berlioz, il consiste à préparer les 2 solutions suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| 1° | Huile d'aniline | 6 cent. c. |
| | Eau distillée | 84 — |

Faire dissoudre à chaud, filtrer, et après refroidissement ajouter :

Violet de méthyle 6 B (de Bâle) 2 gr. 50, dissous dans 10 cent. d'alcool à 90°.

On filtre.

2° Faire dissoudre : Coccinine................ 50 centigr.

dans { Eau distillée............... 95 cent. c.
Alcool à 90°.............. 5 —

Faire dissoudre et filtrer.

On fait un mélange à parties égales de ces 2 solutions et on a ainsi une liqueur qui permet d'obtenir rapidement une double coloration. Il suffit d'y plonger les coupes pendant un quart d'heure, puis de les traiter par la solution d'iode ; on lave à l'eau, à l'alcool, on traite par l'essence de girofle et on monte dans le baume.

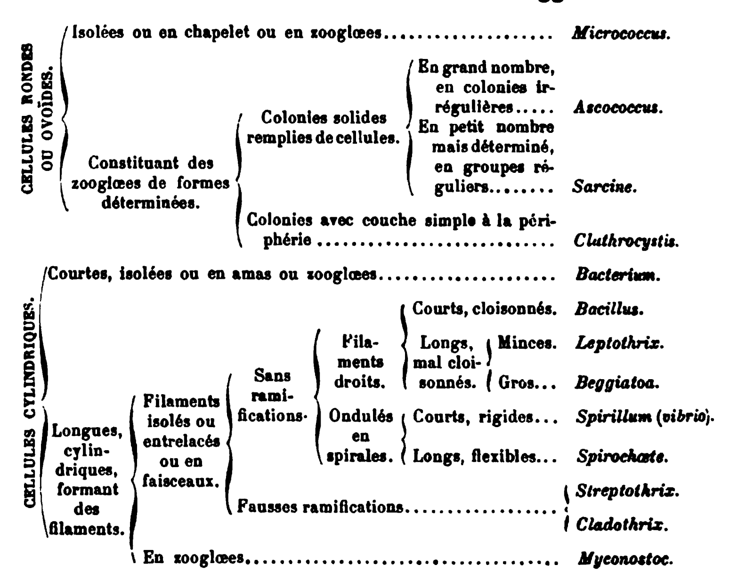
Sans que nous ayons besoin d'insister plus longuement sur ces méthodes générales, on comprend facilement que chaque opérateur peut modifier les procédés suivant les cas particuliers devant lesquels il se trouve. D'ailleurs en étudiant les bactéries pathogènes, nous aurons l'occasion de faire connaître quelques procédés spéciaux de coloration qui ne sauraient prendre place dans cet exposé général.

## § 7. CLASSIFICATION DES BACTÉRIES.

Avant de passer à l'étude des principales bactéries, nous allons donner un aperçu des classifications les plus récentes qui ont été proposées. On n'oubliera pas que ces classifications ne doivent pas être considérées comme définitives. Elles répondent à peu près à l'état actuel de la science, mais il est à prévoir que nombre de genres et d'espèces aujourd'hui admis rentreront un jour ou l'autre dans le cycle de développement de genres ou d'espèces actuellement considérés comme différents. On sait déjà qu'au cours de l'évolution du *Bacillus amylobacter*, Van Tieghem a reconnu que ce bacille passe par des formes multiples, et semblable observation a été faite pour beaucoup d'autres espèces. Le polymorphisme chez ces êtres est indéniable, et il vient accroître encore les difficultés que présente leur étude.

Nous avons exposé plus haut (page 254) la classification de Cohn. Voici celle de Rabenhorst, modifiée par Flügge.

**Classification de Rabenhorst et Flügge.**



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CELLULES RONDES OU OVOÏDES. | Isolées ou en chapelet ou en zooglœes | | | | | | *Micrococcus.* |
| | Constituant des zooglœes de formes déterminées. | Colonies solides remplies de cellules. | En grand nombre, en colonies irrégulières | | | | *Ascococcus.* |
| | | | En petit nombre mais déterminé, en groupes réguliers | | | | *Sarcine.* |
| | | Colonies avec couche simple à la périphérie | | | | | *Cluthrocystis.* |
| CELLULES CYLINDRIQUES. | Courtes, isolées ou en amas ou zooglœes | | | | | | *Bacterium.* |
| | Longues, cylindriques, formant des filaments. | Filaments isolés ou entrelacés ou en faisceaux. | Sans ramifications. | Filaments droits. | Courts, cloisonnés. | | *Bacillus.* |
| | | | | | Longs, mal cloisonnés. | Minces. | *Leptothrix.* |
| | | | | | | Gros | *Beggiatoa.* |
| | | | | Ondulés en spirales. | Courts, rigides | | *Spirillum* (*vibrio*). |
| | | | | | Longs, flexibles | | *Spirochæte.* |
| | | | Fausses ramifications | | | | *Streptothrix.* |
| | | | | | | | *Cladothrix.* |
| | | En zooglœes | | | | | *Myconostoc.* |

Nous adopterons la classification de Zopf qui divise toutes les bactéries en quatre groupes.

1° **Coccacées.** — Cocci libres ou juxtaposés en filaments et comprenant les 5 genres *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Ascococcus*, *Merismopedia*, *Sarcina*.

2° **Bactériacées.** — Pouvant présenter diverses formes : cocci, bâtonnets, filaments. 6 genres : *Bacterium*, *Spirillum*, *Vibrio*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Clostridium*.

3° **Leptotrichées.** — Pouvant présenter les 3 formes, cocci, bâtonnets et filaments, mais les filaments ne présentent pas la même forme aux 2 extrémités; 4 genres : *Leptothrix*, *Beggiatoa*, *Crenothrix*, *Phragmidiothrix*.

4° **Cladothrichées.** — Pouvant offrir les 3 formes susdites. Les filaments présentent des pseudo-ramifications. Genre : *Cladothrix*.

Dans le rapide aperçu qui va suivre des principales espèces de bactéries, nous adopterons la classification de Zopf. Nous ajouterons qu'on peut distinguer les espèces en *zymogènes* (1), *pathogènes*, *chromogènes* et *pigmentaires*. Les premières déterminant des fermentations, ou des maladies, les

(1) Ζύμη, fermentation; — πάθος, maladie; — χρῶμα, couleur.

secondes étant colorées ou produisant la coloration du milieu dans lequel elles se trouvent.

## § 8. GROUPE DES COCCACÉES.

### Genres.

| | | |
|---|---|---|
| Cocci se divisant suivant un seul plan, et se groupant..... | en chaînes..................... | *Streptococcus.* |
| | en grappes ou amas (zooglœes). | *Staphylococcus* (*micrococcus*). |
| | en pellicules.................. | *Ascococcus.* |
| Cocci se divisant suivant deux plans.................. | | *Merismopedia.* |
| — — trois plans.................. | | *Sarcina.* |

**Espèces pathogènes chez l'homme.** — *Streptococcus pyogenes* (Ogston et Rosenbach). C'est l'espèce qui se rencontre le plus fréquemment dans le pus des abcès et des phlegmons. Ses cellules, qui mesurent de 0µ,1 à 0µ,7, sont disposées en chaînettes; sur la gélatine elles ne se développent que très lentement, même à une température élevée. Sur l'agar-agar, une température de 35 à 37° paraît très favorable à leur végétation; elles forment alors en s'étalant une couche saillante, plus épaisse sur les bords que dans la partie centrale.

— *Staphylococcus pyogenes aureus.* — Cette espèce, découverte par Pasteur dans le furoncle et dans l'ostéomyélite, est formée par des cellules rondes ou ovoïdes diposées en grappe de raisin. Cultivée sur la gélatine et mieux sur l'agar-agar, elle donne des colonies d'une belle couleur jaune orange. Toutefois, cette couleur ne se développerait que dans les cultures faites à l'air libre. Sous une couche d'huile, les colonies restent blanches. Semée à l'aide d'un fil de platine dans un tube contenant de la gélatine nutritive, elle donne au bout de 48 heures une culture en forme de *clou* (fig. 144) dont la tête s'élargit beaucoup le quatrième jour et paraît formée de 2 portions, dont l'inférieure est granuleuse, ainsi que la tige du clou. Jusqu'au huitième jour, la culture est d'un blanc sale; au douzième jour, elle est d'une belle couleur jaune orangé (Vignal. *Les micro-organismes de la bouche.* Arch. de Physiol., t. VIII, 1886).

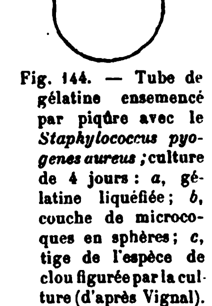



Fig. 144. — Tube de gélatine ensemencé par piqûre avec le *Staphylococcus pyogenes aureus*; culture de 4 jours : *a*, gélatine liquéfiée; *b*, couche de micrococques en sphères; *c*, tige de l'espèce de clou figurée par la culture (d'après Vignal).

On a signalé encore dans le pus des abcès :

— *St. citreus;* colonies d'une belle couleur jaune citron.

— *St. cereus albus;* colonies ayant l'apparence de gouttelettes de cire.

— *St. tenuis;* s'est trouvé dans des abcès qui n'étaient accompagnés ni de rougeur, ni de fièvre. Les cellules sont un peu plus grandes et plus allongées que dans les espèces précédentes.

A côté des microcoques pyogènes, signalons :

— *Streptococcus erysipelatis*, formé de chaînettes à cellules bien égales; on les trouve dans la peau érysipélateuse et dans les vésicules de l'érysipèle ; elles peuvent passer dans le sang et s'arrêter en masse dans les vaisseaux des reins et du foie. — Les cultures ressemblent beaucoup à celles de *Streptococcus pyogenes*.

— *Micrococcus de l'endocardite ulcéreuse*. Chaînettes formées de cellules mesurant de 0μ,5 à 1μ de diamètre. On les trouve en quantités considérables dans les valvules altérées et dans les bourgeons des bords des valvules.

— *Micrococcus Gonorrheæ* (*Merismopedia Gonorrheæ, Gonococcus*). Cette espèce caractérisée par ses cellules disposées par paires (fig. 145) ou par groupe de quatre, en zooglœes, se trouve dans le pus, dans les cas de gonorrhée. Les microcoques mesurent de 0μ,5 à 0μ,8. Ils ne se développent pas sur la gélatine nutritive; mais se cultivent bien sur le sérum de sang à 32°.

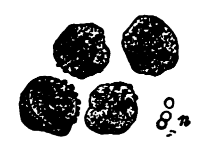



Fig. 145. — *Micrococcus gonococcus*. — Cellules de la conjonctive oculaire d'un enfant atteint de blennorrhagie des nouveau-nés. Quatre cellules de pus renfermant des micrococcus. D'après une préparation colorée au violet de méthyle, les cellules sont faiblement colorées et leurs noyaux sont à peine indiqués dans le dessin pour laisser voir les microcoques (Grossissement 600 fois). *n*, Microcoques à un plus fort grossissement.

— *Micrococcus tetragenus* (1) : est à rapprocher de l'espèce précédente. Cette espèce est formée de cellules d'environ 1μ de diamètre, groupées par quatre. On trouve cette forme dans les crachats des phthisiques et dans les cavernes des poumons. Elles donnent sur l'agar-agar des masses boursouflées, blanchâtres, épaisses.

Ajoutons que divers microcoques encore mal connus et insuffisamment étudiés ont été signalés pour la variole, la scarlatine, la diphtérie, la méningite, l'ozène, la fièvre jaune, etc.

**Microcoques pathogènes chez les animaux.** — Parmi les microcoques pathogènes, chez les animaux, nous signalerons :

— Les microcoques trouvés par Pasteur dans le sang des porcs atteints de rouget.

— Le *Streptococcus Charrin* (*microbe de la septicémie consécutive au charbon*) qui se développe sur les cadavres des lapins morts du charbon. Les cellules mesurant 1μ de diamètre se groupent en chapelets de 15 à 20 cocci que l'on trouve dans le sang de presque tous les organes.

— Le *Streptococcus Bombycis* est un microcoque dont les cellules mesurent 1μ,5 de diamètre et se groupent en chaînettes de 4 à 8. Il produit chez les vers à soie la maladie connue sous le nom de *Flacherie* ou *maladie de morts blancs*, et paraît se développer sur les feuilles de mûrier en fermentation. Pasteur et Raulin ont étudié les conditions de propagation de ce microcoque et ont montré son mode d'évolution. Les vers atteints meurent en quelques heures, puis ils deviennent mous et flasques et pourrissent en prenant une couleur noire, dans l'espace de 24 à 48 heures.

(1) S'écrit souvent *micrococcus tetragonus*.

— Le *Nosèma bombycis* (fig. 146) (*Micrococcus ovatus*, *Panhistophyton ovatum*, *corpuscules du ver à soie*) est la bactérie qui produit chez les vers à soie la maladie connue sous le nom de *Pébrine* (1) ou *maladie des corpuscules*. Etudié par Cornalia, ce parasite fut rangé parmi les *Psorospermies* (voir plus loin). On ne sait encore aujourd'hui s'il doit être placé parmi les Schizomycètes ou parmi les levûres (Cornil et Babes). Il consiste en cellules ovales brillantes, de 3 à 4µ de long sur 2µ de large. Pasteur a étudié ce parasite d'une façon spéciale et indiqué les moyens d'en préserver les magnaneries.

— Le *Streptococcus perniciosus psittacorum* découvert par Eberth et Wolff consiste en chaînettes ou en zooglœes qui se rencontrent principalement

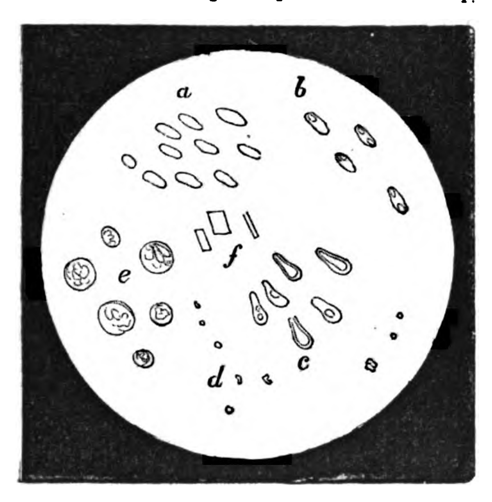



Fig. 146. — Psorospermies du ver à soie à différents états (600 diam.) (Pelletan).

dans le foie, la rate et les reins, autour des vaisseaux chez le *Psittacus erithraceus*. Ce parasite entraîne la mort de 80 p. 100 de ces perroquets introduits en Europe. La maladie se caractérise par diarrhée et faiblesse; les plumes se hérissent et la mort survient à la suite de convulsions.

**Espèces zymogènes** : *Micrococcus viscosus*, ou *du vin filant* (maladie de la graisse, vins filants, vins huileux). Il consiste en cocci de 2µ de diamètre, formant de longues chaînes (Pasteur). C'est un microcoque semblable, mais un peu plus petit, qui se rencontre dans la bière malade caractérisée par une acidité particulière.

— *Micrococcus ureæ* (*Bacterium ureæ*) est le ferment de l'urine. Ses cocci mesurent 1µ,25 à 2µ de diamètre et se groupent en chaînettes. Ils déterminent

(1) Nom provenant de ce que la peau des vers atteints présente de très petites taches semblables à un semis de poivre noir.

dans l'urine une fermentation ammoniacale convertissant l'urée en carbonate d'ammoniaque.

— *Micrococcus fœtidus*, formé d'éléments très petits, ovales ; a été signalé par Rosenbach dans la carie dentaire.

**Espèces colorées et chromogènes.** — Beaucoup de matières albuminoïdes et amylacées (blanc d'œufs cuits, pommes de terre, pois, etc.) se recouvrent accidentellement de bactéries qui produisent un pigment tantôt soluble, tantôt insoluble.

— *Micrococcus luteus.* — Cocci de 1µ de diamètre, elliptiques, formant des taches de 1 à 3 millimètres, d'une belle couleur jaune. Le pigment est insoluble dans l'eau. Se développe sur les pommes de terre bouillies.

— *Micrococcus aurantiacus.* — Cocci ovales, de 1µ,5 de diamètre, groupés par paires (diplocoques) ou en zooglœes. Forme des taches jauné orange, ou une pellicule jaune d'or lorsqu'on les cultive sur des liquides nutritifs. Le pigment est soluble dans l'eau.

— *Micrococcus chlorinus.* — Zooglœes finement grenues, formant une couche d'un vert jaunâtre ou vert de vessie sur les liquides nutritifs. Pigment soluble dans l'eau.

— *Micrococcus violaceus.* — Cocci elliptiques, formant des taches d'un bleu violacé ; se développe accidentellement sur les pommes de terre bouillies exposées à l'air.

— *Micrococcus fulvus.* — Cocci ronds, de 1µ,5 de diamètre, forme sur le crottin de cheval des gouttes coniques d'un rouge rouille atteignant 5 mill. de diamètre.

— *Micrococcus hæmatodes* (microbe de la sueur rouge). — Cocci de 1µ de long sur 06, à 08µ de large formant de grandes zooglœes d'un rouge brique ; on les a observées dans la sueur humaine, principalement dans la sueur des aisselles, colorant les parties environnantes et le linge en un rouge brique ou en rouge sang (Babes).

— *Sarcina lutea.* — Cocci ronds, de 1µ de diamètre, formant des paquets qui se groupent en colonies grenues, jaunes.

— *Sarcina ventriculi.* — Cocci atteignant 4µ de diamètre à contenu grisâtre ou jaune rougeâtre. Se rencontre dans l'estomac chez les animaux en bonne santé (Voir fig. 147).

— *Sarcina intestinalis.* — Ses cellules se groupent en plus petit nombre que dans le précédent genre ; se trouve dans l'intestin, particulièrement chez les poules et les dindons.

— *Sarcina urinæ*, dans la vessie.

Fig. 147. — Sarcines.

— *Sarcina littoralis*, dans l'eau de mer contenant des matières en putréfaction.

— *Sarcina Reitenbachii*, dans les plantes aquatiques pourries ; les cocci sont enveloppés d'une couche de plasma rouge rose.

— *Ascococcus Billrothii.* — On range encore dans le groupe des coccacées

cette espèce formée de cocci donnant lieu à des colonies très caractéristiques. A la surface des liquides nutritifs, cette bactérie forme une sorte de crème divisible en un nombre considérable de familles globulaires ou ovales. Chaque famille est entourée par une capsule épaisse de consistance cartilagineuse. Observée d'abord sur du bouillon putride, cette bactérie se développe aussi rapidement sur les tranches humides de racines bouillies de carottes, de betteraves, etc.

**Méthode de coloration des Coccacées.** — Les Cocci se colorent bien par les solutions aqueuses de violet de gentiane, de violet de méthyle, de fuchsine, etc. — La fuchsine est plus particulièrement recommandée pour le *micrococcus gonorrheæ*. — Si l'on a affaire à des zooglœes étendues, on peut en étaler une portion sur la matière colorante contenue dans un verre de montre, puis, lorsque la couleur voulue est obtenue, laver à l'alcool pour enlever l'excès de couleur; placer sur un porte-objet et traiter successivement par une goutte d'essence de girofles et le baume de Canada.

Pour les Cocci logés dans les tissus on procédera sur les coupes, comme nous l'avons indiqué plus haut, par la méthode de Gram (voir p. 275).

**Tableau des principaux caractères des Micrococques (1).**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| La gélatine nutritive n'est pas liquéfiée par les cultures. | Colonies blanches. | Colonies petites, non confluentes se développant lentement | | *Streptococcus pyogenes* (non pathogène pour la souris). |
| | | | | — *Erysipelatis* id. |
| | | | | — *pyogenes malignus* (tue la souris en trois ou quatre j.). |
| | | | | — *articulorum*. |
| | | | | — *septicus* (tue la souris en deux jours et demi). |
| | | Colonies confluentes, se développant avec exubérance | Cocci disposés irrégulièrement | *Micrococcus caudicans*. |
| | | | | — *ureæ*. |
| | | | | — *cereus albus*. |
| | | | Cocci par paires (Diplocoques) | *Diplococcus lacteus flaviformis*. |
| | | | | — *albicans amplus*. |
| | | | | — — *tardissimus*. |
| | | | Cocci groupés par quatre (semblables à la sarcine) | *Micrococcus tetragenus*. |
| | Colonies jaunes | formant des gouttelettes saillantes | | *Micrococcus cirenflavus* (croissant en deux jours). |
| | | | | — *flavus tardigradus* (croissant en quatre ou six jours). |
| | | | | *Sarcina lutea*. |
| | | Colonies étalées en surface | | *Micrococcus versicolor*. |
| | Colonies rouges | Rouge cinabre | | — *cinnabareus*. |
| | | De couleur rose. | | — *roseus*. |
| La gélatine nutritive est liquéfiée | Colonies blanches. | | | *Staphylococcus pyogenes albus*. |
| | | | | *Micrococcus ureæ liquefaciens*. |
| | Colonies jaunes | liquéfiant lentement la gélatine qui devient une bouillie | | *Microc. flavus desidens*. |
| | | La gélatine devient complètement liquide | La colonie reste limitée au centre de la zone liquéfiée | *Staphiloc. pyogenes aureus*. |
| | | | | — — *citreus*. |
| | | | | *Diplococcus subflavus*. |
| | | | Il se forme un second cercle de colonies à la périphérie de la zone liquéfiée | *Micrococcus coronatus* (cercle nettement dessiné). |
| | | | | — *radiatus* (à développement rayonnant). |
| | | | | — *flavus liquefaciens* (cercle irrégulier). |
| Aucun développement sur la gélatine nutritive, à 22° | | | | *Micrococcus gonorrheæ* (se développe sur le sérum de sang à 32°). |

(1) Ce tableau est emprunté à Flügge.

## § 9. GROUPE DES BACTÉRIACÉES.

GENRES

| | | |
|---|---|---|
| Cocci et Bâtonnets ou bâtonnets seuls unis en filaments. | droits ou tordus...... | *Leuconostoc.* *Bacillus.* |
| | droits................ | *Bacterium.* |
| | en tire-bouchon...... | *Spirillum.* *Vibrio.* |

*A.* **Leuconostoc** *mesenteroïdes* (Voir fig. 138). — Cette bactérie, dont nous avons déjà parlé page 260, est considérée par certains auteurs comme appartenant au groupe des Coccacées. Toutefois l'étude de son évolution montre que les cocci en se développant s'allongent en bâtonnets qui se divisent pour donner des cocci. On est donc conduit à les classer parmi les Bactériacées. Les cocci s'unissent en chapelets entourés d'une couche gélatineuse très épaisse, et qui se groupent en zooglœes énormes.

*B.* GENRES **Bacillus et Bactérium.**

**Bacilles pathogènes, chez l'homme.**

*Bacillus Anthracis* (*Bactéridie du charbon*, Davaine) est la bactérie du charbon. Cette espèce s'observe dans les races chevaline, ovine, bovine, chez le cerf, le renne, le lapin, la souris, etc. Elle vit dans le sang et se trouve principalement dans le sang des vaisseaux de la rate, des poumons et du foie. Ses bâtonnets mesurent de 5 à 20μ de longueur, de 1 à 12μ de large; ils sont immobiles et aérobies.



Fig. 148. — Sang charbonneux.

Lorsqu'on les cultive dans des liquides nutritifs, ils se transforment en longs filaments dans lesquels se développent à intervalles réguliers des spores (1) réfringentes, ovoïdes.

Le *charbon* (*sang de rate*, *maladie charbonneuse*) est une des maladies parasitaires dont le parasite a fait le sujet des études les plus approfondies et est le mieux connu. Examinés dans le sang, les bacilles se montrent sous la forme de bâtonnets droits, rigides, en nombre considérable au milieu des globules rouges agglutinés et déformés. A un fort grossissement (1500 diamètres) ces bâtonnets montrent dans leurs points de contact des renflements qui leur donnent assez bien la forme des surfaces articulaires des phalanges (Cornil). A ce niveau on aperçoit une ligne claire caracté-

(1) Les spores qui se forment au contact de l'air possèdent une résistance remarquable. Aussi les retrouve-t-on en quantités considérables dans la terre (*champs maudits*) où l'on a enfoui des animaux morts du charbon.

ristique comprise entre 2 renflements plus sombres qui figurent les extrémités des 2 bâtonnets en contact.

Si l'on prend du sang charbonneux sur un animal qui vient de succomber et qu'on le transporte avec les précautions voulues sur un liquide de culture, on voit, au bout de 24 heures, les bâtonnets transformés en longs filaments, amassés en écheveaux plus ou moins contournés.

*Cultures.* — Les cultures les plus caractéristiques de ce bacille sont obtenues par une piqûre dans la gélatine nutritive à 5 ou 8 pour 100. On y constate au bout de 24 à 48 heures un prolongement blanchâtre, semi-transparent, rectiligne, dirigé de la surface de la culture vers le fond du tube, et d'où partent en s'irradiant de nombreuses ramifications très fines. La gélatine se liquéfie lentement et au fond de la partie liquéfiée, on voit un précipité blanc qui ressemble à une couche de ouate.

La culture sur plaques donne des amas semblables à des touffes de cheveux frisés.

Sur la gélose (agar-agar) il se forme une plaque d'un blanc de neige, sur la surface oblique.

L'ensemencement des pommes de terre stérilisées donne lieu à une culture très caractéristique. A l'étuve (à 38 ou 39 degrés) dans l'espace de 36 à 48 heures, la surface de la pomme de terre se recouvre d'une couche crémeuse légèrement jaunâtre.

*Coloration.* — La méthode de Gram (page 275) donne les meilleurs résultats. D'ailleurs toutes les couleurs tirées de l'aniline colorent bien le bacille du charbon. L'éosine est indiquée comme une bonne couleur de contraste, quand on emploie le procédé de Gram.

*Méthode de Weigert.* — Placer les coupes pendant 2 à 5 minutes dans une solution aqueuse à 1 p. 100 de violet de gentiane. Laver dans l'alcool, puis dans l'eau; plonger une demi-heure ou 1 heure dans le picro-carmin.

Décolorer par l'alcool, éclaircir dans l'essence de girofle et monter dans le baume.

— ***Bacille de l'œdème malin*** (***Vibrion septique*** **de Pasteur**). — Cette espèce a été trouvée par Pasteur dans le liquide musculaire et dans la sérosité péritonéale des animaux morts de septicémie. Les mêmes bacilles ont été

observés dans les couches supérieures du sol, et ils sont très répandus dans la nature, dans les poussières du foin, le terreau, etc. Inoculé aux cobayes, ce bacille les tue en 24 ou 48 heures, et à l'autopsie on observe un œdème sous-cutané débutant au point inoculé.

Les bâtonnets ont 3 à 5μ de long et 1μ de large. Ils sont ordinairement rapprochés deux à deux, ou forment des filaments longs de 20 à 40μ. Ces bâtonnets sont mobiles.

— *Bacillus typhosus* (*Bacille de la fièvre typhoïde*). — Ce bacille a été trouvé dans les glandes de Peyer enflammées, dans la rate et les poumons dans les cas de mort par suite de fièvre typhoïde. — Il consiste en bâtonnets mobiles ayant 0μ,2 de large et pouvant former des filaments qui atteignent 50μ de longueur.

*Cultures.* — On a pu les cultiver sur la gélatine qu'ils ne liquéfient pas. Ils forment au bout de 48 heures des excroissances formées de colonies de couleur jaunâtre.

La culture sur pommes de terre à 37 degrés réussit également.

Les méthodes générales peuvent être employées pour colorer ces bacilles.

— *Bacillus pneumoniæ* (*Pneumocoque; micrococcus Pasteuri*). — Ce bacille se montre sous forme de micrococques ou sous forme de courts bâtonnets ordinairement unis 2 par 2. Ils ont 0μ,5 à 0μ,7 de long. Ils sont enveloppés d'une capsule gélatineuse.

*Cultures.* — Les cultures sur gélatine (Friedländer) par piqûre affectent la forme d'un clou à tête ronde, saillante, blanche et brillante. Autour de la colonie, la gélatine prend une teinte brune. Dans ces cultures, les bacilles n'ont pas de capsules, mais les capsules reparaissent dans le bouillon de bœuf, ou dans les inoculations aux animaux.

*Coloration.* — Pour les micro-organismes de la pneumonie il est mieux de faire usage de la méthode de Gram. Après avoir fait sécher les crachats sur une lamelle, comme nous l'avons dit, et l'avoir mise dans un bain colorant semblable à celui qu'on emploie pour le bacille tuberculeux, on plonge la lamelle pendant 1 à 2 minutes dans une solution d'iode (eau 300, iode 1, iodure de potassium 2), puis on déshydrate la préparation par l'alcool absolu, on éclaircit par l'huile de girofle ou de bergamotte et on monte dans le baume de Canada; les micro-organismes sont seuls colorés. Pour montrer

les capsules, Friedlander indique la méthode suivante : placer les coupes pendant 24 heures dans une solution avec :

| | |
|---|---|
| Fuchsine | 1 gr. |
| Eau distillée | 100 — |
| Alcool | 5 — |
| Acide acétique glacial | 2 |

Laver ensuite à l'alcool, et placer deux minutes dans une solution d'acide acétique à 2 p. 100 ; déshydrater par l'alcool, éclaircir et monter.

— *Bacillus tuberculosis.* — Dans les tubercules, dans les excrétions et dans le sang des tuberculeux, on trouve des bacilles longs de 3 à 8μ, larges de 0μ,4 à 0μ,7, très minces et arrondis à leurs extrémités (1). Ils sont droits ou courbés, isolés ou par groupes, ou en faisceaux. Ils abondent surtout dans les cellules géantes des tubercules, et sont immobiles.

*Cultures.* — Le meilleur milieu nutritif est le sérum du sang de vache ou de mouton, et une température de 37 à 38 degrés. La culture se développe très lentement. En huit ou dix jours, elle se montre sous forme de grains blanchâtres ou jaunâtres, ou sous forme de petites écailles.

Examinées au microscope, les colonies des cultures sur plaques offrent la forme d'un S, ou bien se contournent en arabesques plus ou moins compliquées.

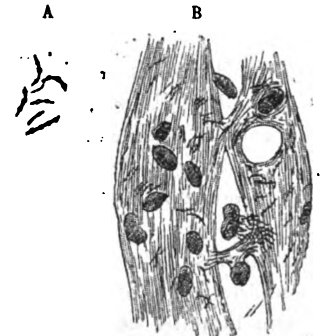



Fig. 149. — Bacilles de la tuberculose, dans les crachats ; (en B, 690/1, en A, 1300/1 (d'après Flügge).

*Coloration.* — La méthode d'Ehrlich (page 275) est fort usitée. S'il s'agit de crachats, on procède de la manière suivante :

Pour mettre le bacille de la tuberculose en relief dans les crachats, il faut étendre un peu de mucus sur une lamelle, laisser sécher puis passer 3 ou 4 fois rapidement la lamelle dans la flamme d'une lampe à alcool pour coaguler les substances albuminoïdes ; plonger dans une solution formée de 10 parties d'une solution concentrée d'huile d'aniline filtrée sur un filtre de papier humide, de 2 de solution alcoolique

concentrée d'une couleur puissante d'aniline (violet de gentiane, violet ou bleu de méthyle ou de méthylène, violet de dahlia, rouge lumière, etc.), si la coloration se fait à froid on laisse séjourner la lamelle dans cette solution pendant 24 heures; si on opère à chaud jusqu'à l'ébullition quelques minutes suffisent; puis après avoir lavé la lamelle à l'eau, on décolore par l'acide azotique au tiers (acide 1, eau 3) ou l'alcool méthylique, puis on examine la préparation dans l'eau, ou la glycérine à un grossissement non supérieur à 600 diamètres. Si on veut la conserver il faut la laisser sécher et la monter dans le baume de Canada sec qu'on chauffe jusqu'au ramollissement.

Avec cette méthode les bacilles de la tuberculose restent seuls colorés; les noyaux, les cellules et le mucus perdent la couleur qu'ils avaient absorbée dans le bain colorant; on peut les colorer par contraste, comme nous l'avons dit plus haut, page 276.

Orth a modifié (1) cette méthode de la façon suivante : Il colore de même, mais décolore avec l'alcool acidulé (1 partie d'acide chlorhydrique pour 100 parties d'alcool à 70°).

Une méthode très simple consiste, lorsqu'on a coloré par la méthode d'Ehrlich avec le violet de méthyle, à plonger les lamelles ou les coupes dans une solution alcoolique faible d'éosine, puis rincer dans l'alcool absolu, éclaircir à l'essence de girofle et monter dans le baume. Les cellules géantes sont colorées en rose tandis que les bacilles sont bleus.



Fig. 150. — Bacille de la morve, 1500/1 (d'après Flügge).

— *Bacillus lepræ*. — Cette forme se trouve dans les néoplasmes lépreux de la peau et des muqueuses. Les bacilles, longs de 3 à 7μ sur 0μ,4 à 0μ,5 de large, sont rigides, parfois un peu renflés à leurs extrémités. Ils se colorent très bien par la méthode d'Ehrlich.

(1) Malassez et Vignal (Soc. de Biologie, 1883) ont vu dans certaines lésions tuberculeuses où ils n'avaient pas trouvé de bacilles, des zooglœes de micrococques qui, inoculés à des lapins, produisent une tuberculose généralisée. Ces microcoques, très difficiles à colorer, leur ont donné, dans la suite, des cultures de Bacilles, ce qui laisse à penser qu'ils représentent une forme de l'évolution du Bacillus tuberculosis.

— *Bacillus mallei* (Bacille de la morve). — Longs de 1 à 5μ, épais de 0μ3 à 0μ4. Ils siègent dans les tubercules et les ulcérations des muqueuses (fig. 149).

*Cultures.* — On peut les cultiver sur le sérum ; sur les pommes de terre ils forment des masses brunes.

— *Bacillus diphtheriæ.* — Bâtonnets de même longueur que ceux de la tuberculose, mais 2 fois plus larges, à extrémités parfois gonflées.

— *Bacillus malariæ.* — Le bacille de la fièvre intermittente est en bâtonnets longs de 2 à 7 μ qui croissent en filaments tordus. Ils sont aérobies. On les trouve dans la rate, dans la moelle et dans le sang.

— *Syphilis.* — On a décrit un bacille trouvé dans les gommes et les scléroses syphilitiques. Il ressemble assez à celui de la tuberculose et comme lui offre une assez grande résistance aux colorants et se développe lentement.

**Espèces pathogènes, chez les animaux** (*Bacille du Rouget des Porcs*). — (Fièvre rouge, érysipèle malin, etc.) Bacilles mobiles qui peuvent atteindre jusqu'à 5 μ de longueur. Ils se présentent aussi sous forme de microcoques en chainettes ou en zooglœes. On a trouvé également, chez les porcs atteints de cette maladie, un bacille très petit, qui donne sur la gélatine nutritive une culture nuageuse dans le sillon de l'aiguille et des ramifications ou des colonies étoilées.

— *Bacille du charbon symptomatique* (*Clostridium* du charbon symptomatique). — Bâtonnets longs de 1μ,5 à 5 ou 6 μ ; larges de 0μ,5 à 0μ,6. Ils ont l'aspect d'un battant de cloche avec une spore terminale ovoïde. Ils se distinguent encore des bacilles du charbon par leur mobilité.

— *Bacille du choléra des poules.* — Bacilles allongés, étranglés en leur milieu, dans les cultures ; dans les organes ils se présentent sous forme de bâtonnets ayant 2 à 3 μ de longueur et 0μ,5 de diamètre Ces cultures peuvent se faire par piqûre sur la gélatine nutritive. Celle-ci n'est pas liquéfiée. La culture apparaît comme une strie grisâtre transparente, peu prononcée.

**Espèces pigmentaires et chromogènes.** *Bacillus cyanogenus* (*Bacterium syncyaneum, champignon du lait bleu*). — C'est lui qui donne au lait bleu sa coloration. Il se trouve aussi dans l'eau de mer et peut d'ailleurs se développer sur des *substratum* très variés, par exemple sur des pommes de terre cuites, sur de la bouillie de riz, de l'empois d'amidon, des haricots, du lait d'amandes, et y produire la coloration bleue. Il peut également se cultiver dans un liquide artificiel composé de lactate d'ammoniaque neutre et de solution de Cohn (voir page 266).

Fig. 151. — Bacille du lait bleu, *Bacillus cyanogenus*, 700/1 (d'après Flügge).

Ce microbe se présente sous divers aspects. Si on examine un lait ensemencé un peu avant l'apparition de la matière colorante, on trouve toujours de petits bâtonnets droits ou très faiblement courbés d'une longueur de 2,5 à 3μ,5. A ce moment ils sont dans une période d'extrême mobilité. Il a semblé à Neelsen que ces organismes, pour procéder à leurs mouvements, possèdent un cil à chacune de leurs extrémités; mais il n'a pu réussir à l'apercevoir nettement.

Ces bactéries se multiplient rapidement par allongement et division. Au commencement, les bactéries filles se séparent facilement l'une de l'autre et présentent la même mobilité que la bactérie mère; mais, en même temps que la coloration s'accentue, la séparation devient rare, les mouvements se ralentissent, les bactéries nouvelles sont de plus en plus courtes, et finalement on ne trouve plus dans la tache bleue que des filaments articulés immobiles (*forme torulacée*). Chaque article de ces sortes de chaînes n'est pas tout à fait rond, il est un peu allongé et légèrement étranglé par le milieu. Arrivées à cet état, les bactéries ont parcouru toutes les phases de leur développement dans le lait. Elles sont entrées dans une période de repos d'où elles ne sortiront que si on les transporte dans du lait frais. Elles y seront le point de départ d'une nouvelle végétation dont les phases sont identiques à celles de la précédente. Ces organismes ne sont pas colorés. La matière colorante bleue, qui, par ses caractères, se rapprocherait du bleu d'aniline, est en solution dans le liquide environnant.

*Cultures.* — Ces bacilles peuvent se cultiver sur la pomme de terre, le lait, le riz bouilli, l'amidon ; suivant le substratum choisi, la matière colorante varie. Dans le lait, la coloration est bleu ardoise et se change en bleu intense quand le lait devient acide.

Cultivé sur la gélatine, le bacille se développe en couche blanche sur la surface libre. A son voisinage, la gélatine se boursoufle et prend une teinte brun grisâtre.

— ***Bacillus pyocyaneus*** (*micrococcus pyocyaneus*, *microbe du pus bleu*). — Petits bacilles, décrits d'ordinaire comme des microcoques ovales. Ils se groupent généralement par deux ou trois, ou forment des zooglœes. Ces organismes produisent une matière définie, la *pyocianine* qui donne au pus, dans certains cas, une teinte bleue qui colore les pansements (1).

(1) Ce bacille, considéré par Robin comme une algue voisine des protococcus, a été isolé par Charrin. Suivant cet auteur, c'est un microcoque rond et aérobie, incolore. Pour M. Cornil, c'est un petit bâtonnet court, un peu courbé, à extrémités arrondies, ayant 0,5 à 0μ,7 d'épaisseur. L'un de nous a fait avec Broca des expériences de culture qui ont

*Culture.* — Ce bacille liquéfie la gélatine en la colorant en vert. Il se cultive sur les pommes de terre et donne une couche verdâtre; sur la gélose il forme une couche blanchâtre sous laquelle la substance nutritive restée transparente présente une belle teinte verte.

— ***Bacillus prodigiosus*** (***Micrococcus prodigiosus, Monas prodigiosa***). — Formé de cellules ovoïdes de 0μ,5 à 1 μ de diamètre donnant des zooglœes de couleur rouge sang. C'est ce bacille qui se développe parfois sur le pain, dans la colle de pâte et qui sur les hosties produit les taches couleur sang qui ne sont pas autrement miraculeuses. Cultivées sur le bouillon de bœuf, les cellules se développent en bacilles pouvant atteindre 4 μ de longueur (1).

Nous citerons encore parmi les bacilles colorés les espèces suivantes caractérisées par le nom qui leur a été donné :

*B. erythrosporus*, *B. luteus*, *B. fuscus*, *B. ruber*, etc.

**Espèces zymogènes.** *Bacillus acidi lactici* (vibrion lactique). — Cette espèce se présente avec plusieurs autres bactéries dans le lait aigre. Les bâtonnets ont 1 à 2μ,8 de longueur et 0μ,3 à 0μ,4 de largeur. Ils forment des filaments et se développent particulièrement entre 35° et 42°.

Le vibrion lactique pourrait être rapproché, pour la forme, du *Bacterium termo* ou du *Bacterium catenula*. Ses mouvements ressemblent aux mouvements browniens. M. Davaine (*Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*) les a vu continuer, après le contact d'une solution aqueuse d'iode, ce qui indiquerait qu'ils ne sont point spontanés. Le vibrion lactique se forme dans les liquides sucrés, déterminant la formation de l'acide lactique, et dans le lait, dont il coagule la caséine.

donné une multiplication indéfinie. Il suffit de laver avec de l'eau ammoniacale, puis avec de l'eau distillée, soit la charpie, soit la toile à pansement, et de placer le linge ou la charpie dans une étuve à 36° ou 37°, après les avoir imbibés d'une solution étendue d'albumine d'œuf. Il suffit de placer à la surface un fragment de charpie ou de linge coloré en bleu pour voir s'étendre cette coloration sur les linges en expérience. L'accès de l'air est indispensable. Ces faits démontrent comment on a pu observer de véritables épidémies de pus bleu dans certaines salles de chirurgie.

(1) C'est à la même espèce qu'on doit rapporter la couleur du *lait rouge* observée chez certaines femmes et considérée comme due à une maladie des mamelles.

Il apparaît d'abord par amas dispersés dans toute la hauteur du liquide; son apparition précède la coagulation. Du lait porté vingt jours de suite, pendant une minute, à une température voisine de 100 degrés centigrades, avait conservé ses qualités physiques ordinaires, le vibrion lactique ne s'y était pas développé. L'ayant laissé cinq jours sans le chauffer, M. Davaine y vit apparaître des amas de ces vibrions et le lendemain la caséine fut coagulée.




Fig. 152. — *Bacillus amylobacter.* Bâtonnets mobiles, les uns cylindriques et sans spores, les autres renflés d'une manière particulière et avec spores dans les parties renflées. Grossissement 600 fois. — *s.* Grossissement plus considérable montrant une spore mûre, rendue libre après gélification de la membrane de la cellule mère, et possédant elle-même une épaisse enveloppe gélatineuse (d'après de Bary).

— ***Bacillus butyricus*** (*B. amylobacter*, *Clostridium butyricum*). On le rencontre dans les pommes de terre, dans les concombres, le malt, le fromage, etc. C'est en outre l'agent de la putréfaction des végétaux et de la fermentation butyrique, ainsi que de celle de la choucroute et des cornichons aigres. — Ce bacille a été spécialement étudié par Van Tieghem qui a montré le mode de production des spores (voir page 257).

Les bâtonnets ont 3 à 10 μ de longueur et moins de 1 μ de largeur. Ils sont mobiles et poussent en longs filaments ou forment des zooglœes.

*Culture.* — Cultivés sur la gélatine nutritive, ils la liquéfient. La température qui convient le mieux à leur développement est de 30 à 40 degrés. Ils convertissent l'acide lactique du lait en acide butyrique, mais par suite de l'accumulation de cet acide, le développement s'arrête au bout d'un certain temps.

Nous avons vu qu'à un certain moment de leur développement dans les substances contenant de l'amidon ou de la cellulose, ils renferment de l'amidon et se colorent en bleu par l'iode.

— ***Bacillus subtilis*** (*bacille du foin*). — Bâtonnets cylindriques de 6 μ de longueur, sur 1 μ d'épaisseur; difficiles à distinguer des précédents. Ils sont pourvus d'un cil à chaque extrémité.

*Culture.* — Le procédé le plus simple est de faire une infusion

de foin dans l'eau distillée, on porte à l'ébullition pendant une heure. Le *B. subtilis* résiste seul à cette température. Au bout de 24 heures, une pellicule s'est formée sur l'infusion, qui ne doit pas être acide ou alors doit être saturée par du carbonate de soude. Suivant la nature du milieu nutritif on a observé jusqu'à 5 formes différentes de ce bacille, qui offre des irrégularités et des gonflements de ses bâtonnets dans une infusion très sucrée. Dans une infusion d'asparagine, les cils disparaissent. Lorsque le milieu nutritif s'appauvrit, la division des bâtonnets cesse peu à peu et la formation des spores apparaît.

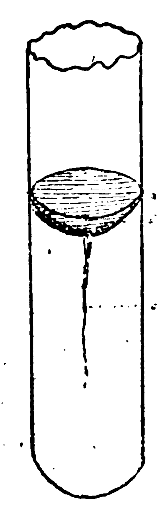


**Fig. 153. — Tube de gélatine peptonisée ensemencée avec *Bacillus subtilis*. *a*, capsule de gélatine liquéfiée; *b*, membrane blanche tapissant le fond de la capsule; *c*, tige du clou (d'après Vignal).**

*Coloration.* — La coloration par l'hématoxyline permet de voir les cils. — Pour arriver à colorer les spores, il faut soumettre les préparations sur couvre-objet pendant une demi-heure à une haute température (210°) dans le stérilisateur à air chaud.

— *Bacillus aceticus* (*Mycoderma aceti*, mère du vinaigre). — C'est la bactérie qui transforme l'alcool en acide acétique. — On la trouve sous forme de cocci, de bâtonnets, de filaments (forme leptothrix) et de zooglœes. Elle forme une pellicule mince à la surface des liquides acides renfermant de l'alcool.

— *Bacillus Pastorianus.* — Il est semblable, morphologiquement, à l'espèce précédente, mais les cellules contiennent une substance semblable à l'amidon, qui se colore en bleu par l'iode. — On trouve ce bacille dans le moût de la bière.

— *Bacillus Caucasicus* (*Dispora Caucasica*). — Ce bacille accompagne toujours la levûre (*Saccharomyces mycoderma*) dans la production d'une boisson alcoolique et gazeuse, préparée à l'aide du lait de vache, et dont on fait une grande consommation, sous le nom de *Képhir*, dans une partie de la Russie, et actuellement aussi en Autriche et en Allemagne. Pour préparer cette boisson, on ajoute au lait de vache une sorte de ferment qu'on peut se procurer dans les pharmacies de la Russie. Livré à l'état sec, il doit être ramolli dans l'eau tiède, avant d'être employé. Il se présente alors en masses gélatineuses, élastiques, de couleur blanc jaunâtre, ayant 1 millimètre à 5 centimètres de diamètre. On introduit ces masses dans le lait, et si la température est convenable, la fermentation s'établit rapidement. Il se fait de l'alcool, de l'acide carbonique

et de l'acide lactique. Les grumeaux qui se forment renferment deux sortes d'organismes, des cellules de levûre et des bactéries. Les premières sont emprisonnées dans les secondes. Les cellules de levûre sont sphériques ou ovales, mesurant 3µ,2 à 6µ,4 de diamètre. Le grand diamètre des formes ovales peut atteindre 9µ,6.

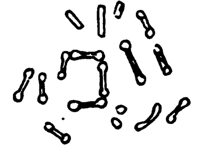


Fig. 154. — *Dispora caucasica*, 1000/1 (d'après Krannhals).

Les bactéries constituent dans le ferment la masse principale. Ce sont des bâtonnets courts, cylindriques, qui se multiplient par division et se séparent. Elles forment des zooglœes dans lesquelles sont emprisonnées les cellules de levûre. Ces bactéries du képhir se multiplient encore par spores. D'après Kern, on remarque en général des séries de spores dans les bactéries allongées en filaments, tandis ue dans les bactéries isolées on n'aperçoit jamais que deux spores placées chacune à l'une des extrémités; d'où le nom de *dispora*, que Kern a employé pour désigner cette espèce.

Les cellules de levûre peuvent être facilement colorées à l'aide de l'éosine, tandis que pour les bactéries, le meilleur réactif colorant serait la fuchsine (Kern) (1).

— *Bacillus polymixa* — Se trouve sur les betteraves, sous forme de zooglœes de consistance cartilagineuse qui ressemblent au Leuconostoc.

— *Bacillus ulna.* — Bâtonnets longs de 3 à 12 µ, épais de 1 à 2 µ; ils constituent sur l'albumine des œufs une couche sèche formée de filaments.

— *Bacillus megaterium.* — Grands bâtonnets de 2µ,5 de large et cinq à six fois plus longs. Parfois légèrement courbés. Ils sont mobiles et forment des chaînes irrégulières. Cette espèce a été découverte sur le chou bouilli.

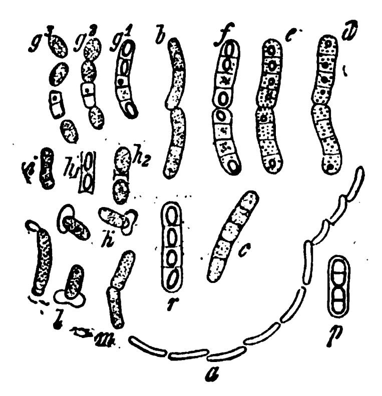



Fig. 155. — *Bacillus megaterium*. *a*, chaîne de bâtonnets, 250/1 ; *b*, bâtonnets 600/1 ; *p*, après traitement par la solution d'iode ; *c* à *f*, formation des spores ; *g* à *m*, germination des spores. 600/1 (d'après de Bary).

— *Bacillus pyogenes fœtidus* (Passet). — Bâtonnets longs de 1µ,45 sur 0µ,58 ; en chapelets ou par groupes de deux. Cultivée sur la gélatine et sur la gélose, cette espèce exhale une odeur de pourriture. Cette odeur ne se produit pas dans les cultures sur le lait. Elle a été trouvée dans un abcès à odeur fétide.

(1) Voir : les Microbes de la fermentation alcoolique du lait, par E. Bourquelot. *Revue scientifique*, 1886

— **Bacilles saprogènes**. — Trois formes ont été isolées et cultivées par Rosenbach. Elles se développent dans les putréfactions à odeur nauséeuse et donnent des cultures qui reproduisent la même odeur. —

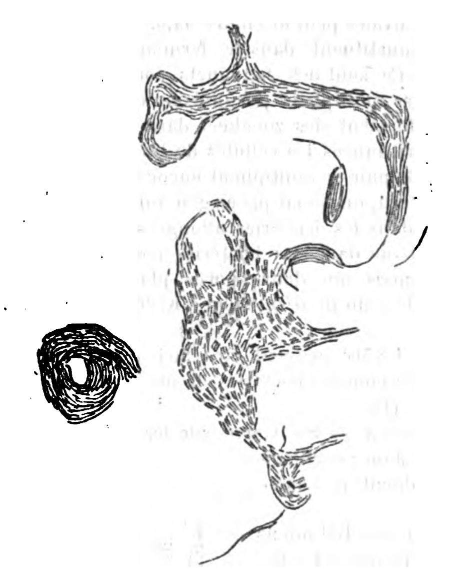


Fig. 156. — *Proteus mirabilis*, 285/1 (d'après Hauser).

L'une de ces formes a été cultivée avec la sueur de la plante du pied.

— *Proteus vulgaris*. — On a donné le nom de *Proteus* à certaines espèces de bacilles qui se caractérisent par les formes multiples qu'ils affec-



Fig. 157. — *Bacterium termo* (d'après Flügge).

tent. Le P. vulgaris que l'on a trouvé dans les infusions de viande putréfiée se présente sous la forme de cocci, de bactéries, de fuseaux en spirales, etc., suivant la nature du milieu nutritif. Chez cette espèce les Bactéries ont une longueur variable de 0µ,94 à 4 µ. Elles sont mobiles

et le mouvement s'observe très bien dans les cultures sur gélatine à 5 pour 100. — Si le milieu nutritif renferme 10 p. 100 de gélatine, le mouvement cesse de se manifester.

— *Proteus mirabilis* (fig. 155) — Cocci de 0,4 à 0,9 µ, groupés en zooglœes, parfois en diplocoques, en tétrades, en chaînes ; les bâtonnets sont en rangées assez semblables à celles du Bacterium termo. Cultivée sur la gélatine cette espèce forme une couche épaisse en cercles concentriques, et à un moment donné liquéfie le milieu.

— *Proteus Zenkeri*. — Bâtonnets de 1µ,65 de longueur, en rangées comme dans le cas précédent. Ils ne liquéfient pas la gélatine nutritive.

— *Bacterium termo* (fig. 156 et 157). — C'est la plus répandue des espèces zymogènes. Elle est formée de bâtonnets courts, cylindriques, longs de 1µ,5 à 0µ,7 de large. Ils sont mobiles et se groupent ordinairement en séries régulières ou en zooglœes rondes.

Le B. termo liquéfie rapidement la gélatine en formant une dépression à sa surface. Au bout de trois ou quatre jours, la couche superficielle de gélatine est devenue opalescente, irisée, de couleur verte d'abord, puis jaunâtre. La culture répand le plus souvent une odeur de putréfaction.

— *Bacterium lineola*. — Cellules semblables aux précédentes, mais beaucoup plus grandes. Elles mesurent de 3 à 5 µ de long sur 1µ,5 de large. Elles se trouvent dans les eaux stagnantes et forment des amas glaireux sur les pommes de terre pourries, des zooglœes et des pellicules sur diverses infusions.



Fig. 158. — Bactérie termo ensemencée par piqûre dans gélatine ; culture vers la 40e heure ; *a*, capsule de gélatine liquéfiée et claire ; *b*, entonnoir plein de grumeaux blancs et compactes (d'après Vignal).

**Tableau pour la détermination des Bacilles.** (D'après Flügge.)

A. — LA GÉLATINE NUTRITIVE N'EST PAS LIQUÉFIÉE.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Colonies blanches : substratum nutritif incolore autour des col. | Colonies sur plaques apparaissent en gouttelettes transparentes très petites, peu étendues dans les cultures par piqûre et par ensemencement. | Bacilles de 1,2 à 1,5 µ de longueur, ne se colorant souvent que vers les pôles. | Les colonies ont un centre jaune clair. Zone périphérique plus sombre. | *Bacillus Choleræ Gallinarum* (c léra des poules). Les colonies un contour irrégulier.<br>*B. septicus agrigenus*. Colonies culaires. Bacilles contigus hématies. |
| | | | Centre brun; jaune clair à la périphérie. | *B. cuniculicida*. |
| | | Bacilles moitié plus petits que ci-dessus. Cellules ovales, très petites. | | *B. parvus ovatus*. Mur gris c sec, autour de la piqûre.<br>*B. coprogenus parvus*. Voile à p visible sur la gélatine. |

**Colonies blanches; substratum nutritif incolore autour des colonies (*suite*).**

- Colonies minces étendues en surface sur plaques; restent aussi à la surface de la gélatine dans les cultures par piqûre.
  - Cultures inodores.
    - Colonies superficielles de 1 à 2 mill. de diamètre.
      - *B. lactici*. Colonies blanchâtres, opaques, assez denses, microscopiques, sombres, circulaires.
      - *B. typhi abdominalis*. Microscopiques, jaunâtres, à surface sillonnée.
    - Colonies superficielles de 2 à 4 mill.
      - *B. Neapolitanus*. Colonies microscopiques, brun jaunâtre. Surface granuleuse.
      - *B. coli commune*.
      - *B. Cavicida*. On distingue des anneaux concentriques dans les cultures. Tue le cochon d'Inde.
      - *B. Diphthericus columbarum*. Bacille mince, allongé, gris sur les pommes de terre.
  - Cultures puantes.
    - Anneaux concentriques dans les dépôts superficiels.
      - *B. ureæ*. Odeur de saumure de hareng.
    - Dépôts homogènes.
      - *B. pyogenes fœtidus*. Spores non distinctes dans le territoire du bacille. Dépôt brun clair, brillant sur la pomme de terre.
      - *B. coprogenus fœtidus*. Rangées de spores filamenteuses bien distinctes. Dépôts gris secs sur pomme de terre.
      - *B. putreficus coli*. Bacilles allongés avec spores au sommet.
- Colonies sur plaques, forment des petits boutons blancs; par piqûre, se développent en forme de clou.
  - Colonies microscopiques à contours granuleux.
    - *B. pneumoniæ*. Colonies microscopiques. Centre obscur, granuleux; bords olivâtres.
    - *B. crassus sputigenus*. Colonies microscopiques gris brun, grossièrement granuleuses.
    - *B. pseudo-pneumonicus*. Colonies microscopiques gris noir, finement granuleuses.
  - Colonies à bords lisses.
    - *B. occitocus perniciosus*. Colonies microscopiques circulaires, brun clair; faible développement par piqûre.
    - *B. lactis aerogenes*. Piqûre moniliforme.
- Colonies ramifiées non circonscrites.
  - Centre dense: ramifications de faible étendue.
    - *B. multipediculus*.
  - Colonies formées de filaments enchevêtrés.
    - *B. Zopfii*. Filaments de 3/4 à 1 μ de largeur.
    - *B. d. Schweinerotlaufs*. } Filaments de 0,2 μ de larg^r^.
    - *B. murisepticus*. }

**Colonies incolores. Substratum coloré autour des colonies.**

- Substratum coloré en vert.
  - *B. fluorescens putridus*. La culture a une odeur de saumure de hareng.
  - *B. Erythrosporus*. Spores rougeâtres dans les bacilles.
- Substratum coloré en bleu ou en gris brun.
  - *B. Cyanogenus*.
- Substratum et ultérieurement colonie colorés en violet.
  - *B. Janthinus*.

- Colonies colorées en jaune.........
  - ........................ *B. luteus*. Microscop. Colonies brunes, lenticulaires; contours lisses.
  - ........................ *B. fuscus*. Microscop. Boules irrégulières; brun noir.
  - ........................ *B. Fitzianus*. Microscopiq. Colonies brun jaunâtre, à centre très obscur. Bacille de 1 $\mu$ de largeur.

B. — LA GÉLATINE NUTRITIVE EST LIQUÉFIÉE.

- Colonies blanches. — Substratum nutritif incolore.
  - Colonies avec prolongements ou ramifiées.
    - Colonies immobiles.
      - Colonies avec centre marqué dont partent des ramifications.
        - Colonies sur plaques, microscopiques, arrondies, à bords onduleux, en forme de paquets de cheveux............... *B. anthracis*.
        - Colonies sur plaques arrondies avec prolongements radiaires (étoiles).
          - Entonnoir de liquéfaction profond, à bords marqués. Entouré d'anneaux concentriques. Ramifications épaisses, noueuses. *B. ramosus liquefaciens*.
          - Entonnoir de liquéfaction peu profond; gélatine environnante non modifiée..........
            - *B. subtilis*. Dépôts blanchâtres, d'abord gélatineux, puis granuleux, sur pomme de terre.
            - *B. pneumonicus agilis*. Sur pomme de terre; dépôt rougeâtre ou couleur chamois.
            - *B. mesentericus fuscus*. Sur pomme de terre. Dépôt brunâtre, ridé.
        - Colonies pyriformes; de leur extrémité pointue partent des prolongements épais. Par piqûre, forment un éparpillement de gouttelettes......... *B. alvei*.
      - Colonies sans centre marqué, présentant filaments en forme de mycelium.............................. *B. mycoïdes*.
    - Colonies mobiles sur plaque.
      - .............................. *Proteus vulgaris*. Gélatine rapidement liquéfiée.
      - .............................. *Proteus mirabilis*. Liquéfaction plus longue; formes d'involution, zooglœes.
      - .............................. *Proteus Zinkeri*. Liquéfaction peu profonde.
  - Colonies définies sans prolongements.
    - Bacille de 2µ,5 d'épaisseur.............. *B. megaterium*.
    - Bacille ayant au maximum 1 µ d'épaisseur.
      - Prenant la forme *clostridium*, avant la formation des spores. *B. butyricus* (amylobacter).
      - Pas de forme clostridium.
        - Sur pomme de terre; dès le début, dépôt blanchâtre, épais, plissé..... *B. mesentericus vulgatus*. Colonies microscopiques. Cercle obscur, bords durs.
        - Sur pomme de terre; dépôt lisse, jaunâtre, plus tard plissé sur le bord. *B. aerophilus*. Colonies ovales, à contours nets.
        - Sur pomme de terre; dépôt lisse et gélatineux....... *B. liodermos*. Les colonies forment de petits groupes irréguliers.

- Colonies ou substratum colorés.
  - Production de matière colorante rouge.
    - Sur pomme de terre; pourpre, plus tard verdâtre à la surface..... *B. prodigiosus.*
    - Sur pomme de terre; dépôt rouge brique, de faible étendue........ *B. indicus.*
  - Production de matière colorante verte.
    - Colonies microscopiques émettant des fibres radiaires. Sur pomme de terre; dépôt brunâtre avec zone environnante verdâtre...... ....... *B. pyocyaneus.*
    - Colonies microscopiques circulaires, à bords échancrés extérieurement. Sur pomme de terre; dépôt jaunâtre. avec faibles modifications de la zone environnante............ *B. fluorescens liquefaciens.*

C. — Ne se développant pas sur la gélatine nutritive à 22°.

- Se développent sur d'autres substrata ou à une température plus élevée, ou à l'abri de l'air.
  - Se développent au contact de l'air.
    - Sur le sérum.
      - A 37°.
        - *B. tuberculosis.* Bacille allongé; la colonie consiste en petites écailles sèches.
        - *B. septicus putigenus,* en forme de cocci, donne lieu à des dépôts superficiels transparents.
      - De 25 à 30°.
        - *B. malei.* Gouttelettes transparentes. Sur pomme de terre; dépôt brun.
        - *B. diphtheriæ.* Dépôt gris, blanc gélatineux.
    - Sur agar nutritif. *B. Saprogenes.*
  - Ne se développent qu'à l'abri de l'air.
    - Bacilles d'environ 1 μ d'épaisseur.
      - Colonies finement ramifiées dans l'agar-agar; forment des filaments.......... *B. œdematis maligni.*
      - Ne forment pas de filaments.... *B.* de la carie
      - Production de gaz abondants...... *B. butyricus Libor.*
    - Fins bacilles avec spores au sommet................. *B. tetani.*
- N'ont pas encore été cultivés artificiellement, ne se développent pas dans les conditions ordinaires.
  - ................................ *B. lepræ.*
  - ...... ....... ...... *B.* de la syphilis.
  - ................................ *B.* du Rhinosclerome.
  - ................................ *B. septicus* de la salive.
  - ................................ *B. diphteriæ vitulorum.*

**C. Genres : Spirillum et Spirochæte.** — *Spirillum Choleræ Asiaticæ* (*vibrions du choléra, comma-bacillus*). — Bâtonnets courbés en virgule ou en arc (commas), spirilles et filaments. Ils sont isolés ou groupés en S

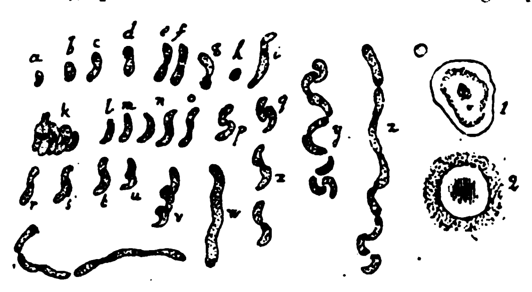



Fig. 159. — *Vibrion du choléra*. *a, b, c, d*, formes d'accroissement; *e, f, g*, division des cellules; *k*, amas de bacilles; *l, m, n*, formes en virgule; *p*, division et apparence en virgule, *r, s, t, w, v*, filaments ondulés; *y, z*, filaments composés de bacilles virgules 1, 2, culture du choléra, vues à la loupe (d'après Cornil).

ou affectent des formes en tire-bouchon. Les commas sont très mobiles, et moitié moins longs que les bâtonnets de la tuberculose.

*Culture.* — En culture sur plaques, à une température de 16 à 20 degrés, les colonies se développent en petites taches qui apparaissent au bout de 24 heures. Leur teinte est légèrement jaunâtre, leur aspect granuleux. Elles liquéfient la gélatine et s'enfoncent dans une petite excavation au centre de laquelle on reconnaît très bien la colonie.

Dans les tubes d'essai (fig. 160) sur gélatine nutritive légèrement alcaline, les colonies apparaissent au bout de 24 heures. La liquéfaction s'opère très lentement et forme une sorte d'entonnoir qui s'étend jusqu'à la partie inférieure de la culture qui a la forme d'un filament blanc. Ce n'est qu'au bout de quelques jours que la gélatine se liquéfie complètement.

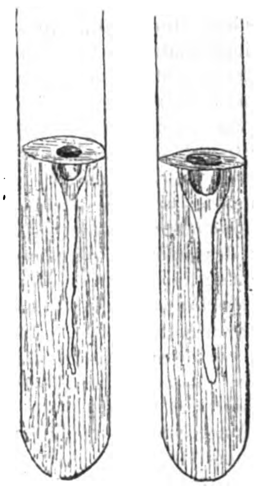


Fig. 160. — Bacille du choléra, culture par piqûre sur gélatine nutritive.

Sur les pommes de terre, la culture s'opère bien, mais à une température de 37 degrés.

*Coloration.* — *Méthode de Koch.* Les sections d'intestins bien durcies dans l'alcool absolu sont laissées pendant 24 heures dans une forte solution aqueuse de bleu de méthylène, ou moins longtemps, mais à chaud. Elles sont soumises ensuite au traitement ordinaire.

*Méthode de Nicati et Rietsch.* Une petite quantité de selles ou de grattage de la muqueuse intestinale est étendue sur une plaque de verre et séchée, ensuite plongée pendant quelques secondes dans une solution de sublimé ou dans l'acide osmique (1 p. 100). On colore alors par immersion dans la solution d'aniline-fuchsine (1 ou 2 grammes de fuchsine dissoute dans une solution aqueuse saturée d'aniline) : on lave, on sèche et on monte dans le baume.

— *Spirillum Finkleri* (*comma-bacillus du choléra nostras*). — Bâtonnets courbes plus épais que les précédents ; les colonies en cultures sur plaques sont beaucoup plus grandes et ont une teinte légère d'un brun jaunâtre. Elles liquéfient la gélatine nutritive très rapidement si bien que dans les cultures sur plaques la gélatine est complètement liquéfiée au bout de vingt-quatre à trente-six heures, et que dans les tubes d'essai la liquéfaction procédant dans toute la longueur du sillon de l'aiguille, donne aux cultures l'apparence d'un sac conique ou d'un doigt de gant retourné.

— *Spirillum Obermeieri* (*Spirochœte Obermeieri*, *Spirille de la fièvre intermittente*). — Filaments longs de 16 à 40 μ avec des courbes en vis régulières. Mouvements très rapides et ondulations. Ont été observés dans le sang des malades atteints de fièvre intermittente.

— *Spirillum plicatile.* — Filaments mesurant 120 à 125 μ de longueur avec des spirales primaires et secondaires. — Mouvements rapides. Vivent sur les algues en décomposition dans l'eau.

— *Spirillum serpens.* — Long de 11 à 20 μ, très mobile. Eaux stagnantes.

— *Spirillum undulare.* — 8 à 12 μ de long sur 1 μ à 1 μ,4 de large, avec une à trois courbures. — Cils très visibles ; mouvements actifs. Diverses infusions.

— *Spirillum volutans.* — Filaments de 25 à 30 μ de longueur terminés en pointes et pourvus d'un cil à chaque extrémité. — Contenu granuleux foncé. Chaque filament présente deux à trois sinuosités. Diverses infusions et eaux stagnantes.

— *Spirillum sanguineum* (*Ophidomonas sanguinea*) (fig. 161, *d*). — Filaments de 3 μ et plus d'épaisseur, ayant de deux à deux spirales et demi. Cils aux deux extrémités. Ils renferment des granulations rougeâtres. Eaux saumâtres.

— *Spirochœte denticola.* Filaments de 10 à 20 μ de large, pointus aux deux extrémités. Dans la carie des dents, avec le Leptothrix buccalis.

— *Spirillum rugula* (Vibrio rugula). Bâtonnets incurvés, en spirale, de

**6 à 16 μ de longueur, provenant de spores ciliées. Se rencontrent dans le mucus buccal et dans les selles.**

## Tableau pour la diagnose des Spirillum.

| | | |
|---|---|---|
| **Croissance sur la gélatine nutritive, vers 22°.** | **Jeunes colonies microscopiques, d'un jaune pâle, à contours irréguliers. Liquéfiant lentement la gélatine. Formant sur la pomme de terre (à 30° au moins) un enduit brunâtre** | ***Sp. Choleræ asiaticæ.*** |
| | **Jeunes colonies microsc. circulaires, avec contours nets, d'un jaune foncé. Liquéfiant énergiquement la gélatine. Formant sur la pomme de terre un enduit brun vers 20°** | ***Sp. Finkleri.*** |
| | **Jeunes colonies microsc. circulaires, nettement limitées, brunâtres. Liquéfiant énergiquement la gélatine. Ne se développant pas sur la pomme de terre** | ***Sp. tyrogenum.*** |
| **Aucune croissance sur les substances nutritives ordinairement usitées.** | **Bacilles courbes, un peu plus grands que *B. choleræ As.* Dans la salive normale de l'homme** | ***Sp. sputigenum.*** |
| | **Filaments flexibles en tire-bouchon, avec 10-20 spires** | ***Sp. Obermeieri.*** |
| **Mode de croissance inconnu.** | **110-125 μ de long avec spires primaires et secondaires** | ***Sp. plicatilis.*** |
| | **10-20 μ de long; très déliés, pointus aux extrémités; dans l'enduit dentaire** | ***Spiroch. denticola.*** |
| | **4-15 μ de long; 2 à 5 spires; mouvements très rapides; dans les infusions de plantes** | ***Sp. tenue.*** |
| | **11-28 μ de long; 3 à 4 spires; environ 1 μ d'épaisseur** | ***Sp. serpens.*** |
| | **8-12 μ de long; 1/2 à 3 spires; environ 1,25 μ d'épaisseur** | ***Sp. undulare.*** |
| | **25-50 μ de long; 1,5 μ à 2 μ d'épaisseur; cils distincts** | ***Sp. volutans.*** |
| | **Sorte de bacille courbe, de 0,5 à 2,5 μ d'épaisseur, spores endogènes** | ***Sp. rugula.*** |

§ 10. — 1° GROUPE DES LEPTOTHRICHÉES.

| | | |
|---|---|---|
| Filaments | articulés........................ | *Crenothrix.* |
| | inarticulés; soufre dans les cellules. | *Beggiatoa.* |
| | non joints; subdivision continue des cellules.................. | *Phragmidiothrix.* |
| | filaments articulés ou non; subdivision discontinue des cellules.. | *Leptothrix.* |

A. **Crenothrix** *kuhniana.* — Cocci, bâtonnets et filaments. Les cocci

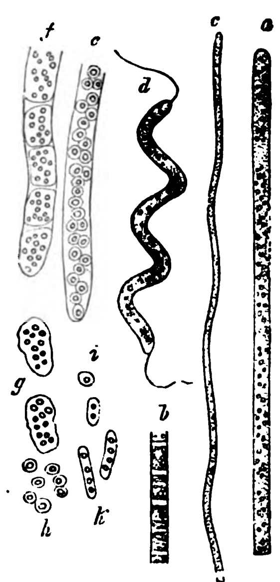



Fig. 161. — *Beggiatoa alba.* *a*, Portion de filament en plein développement. — *b*. Portion de filament où la division en cellules est rendue manifeste par l'action d'une solution alcoolique d'iode. — *c*, Filament très étroit, dans la même préparation. Le grossissement de *a-c*, est de 600 fois : le dessin a un peu exagéré la grandeur. — *d*, Formes spiralées mobiles (ophidomonas) grossies 540 fois. — *l-k*, Formation de spores par division successive et un filament. Le centre de chaque spore est formé en grande partie, par un granule de soufre. — *f*, Division plus avancée qu'en *e-g*. Le filament se sépare en groupes de spores. — *h*, Spores isolées. — *j k*, Germination des spores (*i*) à différents états. — *l-k*, Grossissement de 900 fois (d'après M. Zopf).

sphériques ont 2 à 6 μ de diamètre. Les filaments sont incolores et terminés en massue. Ils mesurent 1,5 à 5 μ d'épaisseur. Ils sont distinctement articulés et pourvus d'une enveloppe. — Habitat : eau des puits, des tuyaux de conduite.

B. **Beggiatoa** *alba* (*Glairine*, *Barégine*). — Cocci, bâtonnets, spirales et

**filaments.** — Les filaments longs et épais de 3 à 5 μ sont incolores, à enveloppe gélatineuse et ont des mouvements d'oscillation. Leur protoplasma contient de nombreux granules très réfringents formés de soufre cristallisé. Ils constituent de grandes membranes blanches, crayeuses ou gélatineuses, dans les sources et les marais sulfureux.

— *Beggiatoa roseo-persicina.* — Espèce colorée en rouge et renfermant des cristaux de soufre de couleur foncée. Elle se trouve à la surface des marais ou dans l'eau contenant des algues en putréfaction et forme une écume rose rouge, rouge sang ou rouge violet, et peut colorer ainsi des marais entiers.

— *Beggiatoa mirabilis.* — Filaments extrêmement larges pouvant atteindre 30 μ de diamètre. Mobiles et remplis de granules de soufre. Dans l'eau de mer, ils forment une écume gélatineuse blanche sur les algues en décomposition.

C. **Phragmidiothrix** *multiseptata.* — Filaments de 3 à 6 μ de large. Pas d'enveloppe. Pas de soufre. Dans l'eau de mer, sur les crabes (*Gammarus locusta*).

Fig. 162. — Tube de gélatine peptonisée ensemencée par piqûre avec le Leptothrix ; culture de 48 heures. *a*, Capsule de gélatine liquéfiée. *b*, Tige du clou. *c*, Membrane formée superficiellement par le *Leptothrix* (d'après Vignal).



Fig. 163. — Bactéries de la bouche. *b*, Filaments de *Leptothrix*. *l'*, Filaments du même, ondulés. *s*, Spirochœte salivaire. *a*, Spirochœte avec fausses ramifications. *e*, Épithélium buccal (d'après Cornil).

D. **Leptothrix** *buccalis.* — Longs et fins filaments de 0,1 μ à 1 μ de largeur ; incolores ; réunis en faisceaux ou feutrés. Des masses de cocci accompagnent les filaments, qui peuvent eux-mêmes se diviser et présenter des formes de spirales, de vibrions et de spirochœtes. — Se trouvent dans la salive et dans le tartre dentaire.

*Coloration.* Dans un milieu acide, le Leptothrix se colore en présence de l'iode (Leber). Si le milieu est alcalin, il doit

être traité par l'acide acétique. Le contenu est alors coloré en violet par l'iode, tandis que l'enveloppe reste incolore.

— *Leptothrix gigantea*. Filaments augmentant de diamètre de la base au sommet. Dents malades des chiens, chameaux et autres animaux.

2° CLADOTHRICHÉES.

**Cladothrix** *dichotoma*.— Les filaments ressemblent à ceux du Leptothrix ; minces, incolores, non articulés, mais formant de fausses ramifications qui par une division répétée s'allongent en filaments.

Les filaments, d'abord composés de longs bâtonnets, puis de courts bâtonnets, donnent finalement des cocci. — Les cocci peuvent se transformer en bâtonnets et finissent par devenir des filaments de leptothrix entourés d'une délicate enveloppe gélatineuse. Les fragments peuvent se séparer, ils sont très mobiles et apparaissent sous forme de vibrions ou de spirilles, unis parfois en zooglœes.

De toutes les bactéries, ce sont les plus communes dans les eaux stagnantes et dans les eaux courantes renfermant des matières organiques. Nous avons eu récemment l'occasion d'en observer provenant des eaux d'une sucrerie. Ils avaient envahi jusqu'au réservoir où se faisait la prise d'eau.

*Cladothrix Forsteri* (*Streptothrix Forsteri*) — Filaments tordus, à embranchements rares et irréguliers. Se rencontrent dans le canal lacrymal de l'œil humain, en masses feutrées.

Fig. 164. (D'après de Bary). — *Cladothrix dichotoma*. *a*, Filament rameux. *b*, Portion de filament où l'on voit nettement la division en cellules.

ART. 2.

## **Saccharomycètes** (SCHIZOMYCÈTES. L. Marchand).

Les Saccharomycètes diffèrent des Bactéries en ce qu'au lieu de se reproduire par spores endogènes, elles se multiplient par bourgeonnement. Ce sont des êtres unicellulaires. Les

cellules, dépourvues de noyau sont ovoïdes ou sphériques à paroi mince, à contenu granuleux.

Les bourgeons se produisent de la manière suivante :

1° Dans les cas les plus simples, les bourgeons se forment par hernie du protoplasma; dans *Saccharomyces cerevisiæ* par exemple, lorsque la cellule a acquis ses dimensions normales on voit apparaître à une de ses extrémités une petite hernie de protoplasma. En grandissant, ce petit bourgeon s'enveloppe d'une membrane; quand il atteint environ les deux tiers de sa taille normale, il tend à se séparer de la cellule mère (levûre basse) ou au contraire y reste adhérent (levûre haute) et bourgeonne alors à son tour. Il se forme ainsi des groupes (forme *torula*) plus ou moins ramifiés constituant des *myceliums* ou *hyphas* qui produisent les mycodermes ou les *hygrocrocis* que nous signalerons plus loin (L. Marchand, *loc. cit.*). Ces phénomènes de bourgeonnement s'observent lorsque les saccharomycètes sont dans de bonnes conditions de nutrition.

2° *Sporulation.* Lorsque les milieux nutritifs où vivent les saccharomycètes sont appauvris, le protoplasma se fragmente et chaque portion s'enveloppe d'une couche de cellulose. Elle forme alors une spore. Celle-ci germe dès qu'elle trouve un milieu favorable, et après avoir grossi donne des bourgeons. Ces spores des saccharomycètes sont beaucoup plus résistantes que les cellules; desséchées, elles peuvent conserver pendant plusieurs mois leurs facultés germinatives. On les trouve très répandues dans la nature et particulièrement à la surface des fruits sucrés. On sait que plusieurs fermentations sont corrélatives de la vie et du développement des saccharomycètes.

### § 11. — SACCHAROMYCÈTES CHROMOGÈNES.

*a. Saccharomyces glutinis.* — Cette espèce est formée de cellules ovales ou rondes, isolées ou par paires. Elles mesurent ordinairement 5 à 11 μ de longueur sur 4 μ de largeur. Ces cellules sont incolores à l'état frais, mais lorsqu'elles ont été séchées, puis humectées, leur partie centrale est d'un rose pâle. C'est à ce saccharomyces que sont dues les taches roses ou rouges qui se forment à *la surface* de la colle de pâte (1).

(1) Le *Bacillus prodigiosus* qui colore aussi la colle de pâte en rouge (voir p. 292) est à l'intérieur et non à la surface.

*b. Sacch. rosaceus.* — Cellules ayant 9 à 10 μ de diamètre. Donne une culture rouge corail sur la gélatine nutritive et sur la gélose. Existe dans l'air.

*c. Sacch. niger.* — Croûte noire sur la gélatine nutritive. Existe dans l'air.

### § 12. — SACCHAROMYCÈTES ZYMOGÈNES (*Levûres*).

Les levûres président aux fermentations alcooliques de sucs végétaux sucrés (moût de raisin, moût de pommes et de poires) ou d'extraits sucrés (moût de bière).

*a. Saccharomyces cerevisiæ (Torula cerevisiæ).* — Cellules rondes ou ovales de 8 à 9 μ de longueur, isolées ou unies en petites chaînes. Les spores mesurant 4 à 5 μ sont au nombre de trois ou quatre dans une cellule-mère.

Le *Saccharomyces cerevisiæ* ou levûre de bière présente deux variétés : la levûre basse (*ferment infère*) qui fonctionne entre 4 et 10 degrés, et la levûre haute (*ferment supère*) qui agit à une température plus élevée (14 à 20°) La première reste au fond des vases où se fait la fermentation, et on l'y trouve sous forme de cellules un peu moins grosses et un peu plus oblongues que celles de la levûre haute. De plus, les cellules de la levûre basse sont disjointes, tandis que celles de la levûre haute, qui se tiennent à la surface du liquide, sont disposées en groupes rameux. Cette forme rameuse tient à ce que les cellules filles issues d'une cellule mère se mettent elles-mêmes à bourgeonner sans s'en détacher. M. Pasteur distingue encore une autre sorte de levûre qu'il appelle *caséeuse*, formée de cellules oblongues, pyriformes ou même cylindriques, que l'on rencontre fréquemment dans le dépôt des bouteilles de pale-ale.

Après la fermentation on trouve encore dans la bière :

*b. Saccharomyces exiguus.* — Cellules en forme de toupie ayant 5 μ de longueur et 2μ,5 de largeur

*c. Saccharomyces Pastorianus.* — Cellules ovales, en massue, formant des chaînons de 18 à 22 μ de longueur. Cette espèce donnerait, suivant Pasteur, un goût vineux à la bière ; c'est elle qui se trouve dans le moût du vin et qui est l'un des plus importants facteurs de la fermentation primaire de ce liquide.

A côté de cette espèce, Pasteur a signalé comme ferment

primaire du vin, le *Sacc. ellipsoideus* (1); les espèces *exiguus conglomeratus*, *Reesii* se rencontrent également parmi les ferments du cuvage.

*d. Saccharomyces mycoderma* (*Mycoderma cerevisiæ et vini*). — Cellules ovales, elliptiques ou cylindriques de 6 à 7 μ de longueur et de 2 à 3 μ d'épaisseur unies en chaînes très rameuses. Les cellules mères atteignent 20 μ de longueur ; il y a une à quatre spores dans chaque cellule.

Cette espèce forme ce qu'on nomme la moisissure, à la surface des liquides fermentés, mais elle ne provoque pas la fermentation. Plongée dans les liquides, elle n'y peut vivre. Si le liquide est acide, le Saccharomyces mycoderma se trouve bientôt tué par le développement du Bacterium aceti (page 292); c'est pourquoi les vinaigriers ont soin d'aciduler les vins qu'il veulent transformer en vinaigre.

### § 13. — SACCHAROMYCÈTES PATHOGÈNES.

*e. Sacch. albicans* (*Oïdium albicans*, Robin). — Cellules rondes, ovales ou cylindriques ; ces dernières mesurent jusqu'à 30 et 40 μ de longueur. Leur épaisseur est de 3 à 5 μ. — Cellules rondes et cylindriques se disposant en rangées. Dans un milieu favorable, elles peuvent pousser en longs filaments.

C'est cette espèce qui se rencontre dans la maladie connue sous le nom de *muguet*. On la trouve en plaques blanches, à la surface de l'épithélium de la muqueuse buccale, dans le pharynx, l'œsophage et même dans les intestins.

ART. III.

## Algues.

Les Algues se rapprochent des Schizomycètes par des formes tout à fait inférieures, et particulièrement par le groupe des Oscillariées (comparer *Beggiatoa* et *Leuconostoc* à *Oscillaria* et

(1) Cette espèce est très commune et est l'agent principal des fermentations accidentelles. Ses cellules elliptiques ont 6 μ de longueur. — Signalons encore *Sacch. minor*, de la panification, à cellules sphériques groupées par trois.

*Nostoc*). Mais les Oscillariées sont pourvues de chlorophylle ; de plus elles ne se reproduisent pas par spores mais par *cellules durables*, c'est-à-dire que lorsque les conditions de végétation deviennent insuffisantes on voit certaines des cellules de l'algue se modifier, se gonfler, emmagasiner des gouttelettes huileuses et épaissir leurs parois ; elles attendent un moment propice pour développer le germe qu'elles renferment.

## § 14. — GÉNÉRALITÉS.

**Appareil végétatif.** — Les Algues sont des végétaux cellulaires caractérisés par leur contenu chlorophyllien et qui offrent les formes les plus simples, mais dont la structure et les dimensions acquièrent, chez les types les plus élevés, un grand développement. Tantôt réduites à une seule cellule (*Protococcus*, *Vaucheria*, etc.), elles sont ailleurs formées de plusieurs cellules groupées en séries linéaires (*Conferves*, *Spirogyra*, etc.), ou en membrane (*Pediastrum*, voy. p. 146).

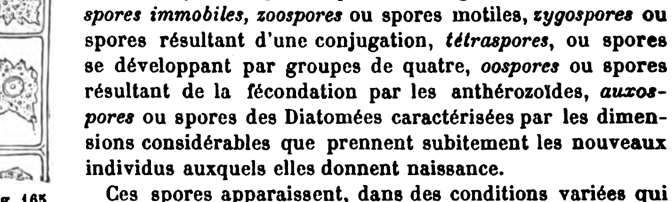


Fig. 165.

Les formes les plus élevées en organisation montrent même dans leur structure une différenciation du thalle, dans laquelle on pourrait distinguer à la rigueur une partie foliacée, et une partie caulinaire (*Laminaria*, *Fucus*). Nous aurons d'ailleurs, par la suite, l'occasion de décrire quelques-unes de ces formes de l'appareil végétatif.

**Reproduction.** — La reproduction chez les Algues se fait au moyen de *spores*, que l'on désigne sous les noms de *spores immobiles*, *zoospores* ou spores motiles, *zygospores* ou spores résultant d'une conjugation, *tétraspores*, ou spores se développant par groupes de quatre, *oospores* ou spores résultant de la fécondation par les anthérozoïdes, *auxospores* ou spores des Diatomées caractérisées par les dimensions considérables que prennent subitement les nouveaux individus auxquels elles donnent naissance.

Ces spores apparaissent, dans des conditions variées qui permettent de distinguer une reproduction *asexuée* et une reproduction *sexuée*. Dans le premier cas, aucun acte fécondateur ne paraît intervenir dans la production de la spore qui jouit cependant de la propriété de germer et de reproduire un individu semblable à celui dont elle est née ; dans le second cas, deux matières plasmiques distinctes, que l'on peut considérer comme ayant chacune un sexe propre, s'unissent pour former la spore.

Dans tous les cas la cellule mère des spores reçoit le nom de *sporange*. Toutefois, l'expression *oogone* s'applique à la cellule mère dont le con-

tenu protoplasmatique, *oosphère*, doit subir la fécondation au moyen des anthérozoïdes, pour devenir l'*oospore*.

L'appareil mâle reçoit le nom d'*anthéridie*, et donne naissance aux *anthérozoïdes*.

Nous examinerons quelques exemples de reproduction asexuée et de reproduction sexuée tant par *fécondation* que par *copulation* de zoospores et par *conjugation*. On n'oubliera pas que certaines Algues possèdent à la fois les deux modes de reproduction, sexuée et asexuée

## § 15. — ORGANES REPRODUCTEURS.

**Étude.** — L'examen des Algues portera tout d'abord sur leurs caractères extérieurs, leur forme, leur coloration, leurs mouvements.

*Coloration.* — Les algues sont colorées par la chlorophylle. Celle-ci s'y rencontre à des états divers ; en grains isolés, en amas étoilés (*Zygnema*), spiralés (*Spirogyra*). Souvent elle est accompagnée d'une autre matière colorante. Dans les *Nostocs* et les *Oscillaires* par exemple, une matière bleue, *phycocyanine* (Kützing et Cohn), isolable par l'eau froide, masque la chlorophylle. Les Algues olivâtres (*Fucus*, etc.) doivent leur couleur à une matière jaune (*phycoxanthine*), qu'on isole par la benzine et l'alcool. Ce dernier liquide se colore en jaune, et la benzine dissout la chlorophylle. Une matière rouge brun est souvent associée aux précédentes dans les Algues brunâtres ; et enfin le pigment rouge, qui masque la chlorophylle chez les Floridées, est, d'après M. Rosanoff, une substance fluorescente qu'on peut extraire par l'eau froide (*phycoérythrine*).

**Mouvements.** — Certaines Algues présentent des mouvements :

Les *Oscillaires*, Algues bleuâtres formées de filaments de petites cellules superposées, doivent leur nom à des mouvements d'oscillation qui se répètent à intervalles assez éloignés. Lorsque les filaments observés sont bien vivants, chaque mouvement oscillatoire se fait brusquement et transporte le filament en un point quelquefois assez éloigné du point de départ, pour le faire sortir du champ du microscope. Dans ce mouvement, l'une des extrémités du filament reste fixe.

Les cellules des *Nostocs* qui doivent produire de nouvelles

familles, s'échappent de la gangue gélatineuse qui les enveloppe, par des mouvements de balancement ou d'oscillation très curieux.

Citons encore le *Volvox globator* (fig. 165) que l'on rencontre dans les étangs, sur les Characées, en automne. Il se présente sous la forme d'une sphère creuse limitée extérieurement par une membrane hyaline au-dessous de laquelle apparaissent une multitude de petits points, souvent verts, reliés entre eux par de fines lignes vertes. De chacun des points verts partent deux longs cils qui traversent la membrane externe de la sphère et viennent s'agiter au dehors. La combinaison de ces mouvements imprime à la sphère un mouvement de rotation. (Pelletan.)

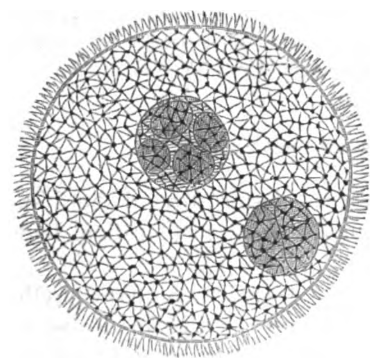


**Fig. 166.** — *Volvox globator*, d'après le Dr Pelletan. On voit dans l'intérieur de la sphère deux globes, jeunes volvoces dont l'un est encore adhérent à la paroi; son protoplasma se divise en deux masses. L'autre, dont le protoplasma est déjà divisé en quatre masses, est libre dans la cavité de la sphère.

**Exemples de reproduction asexuée.** — La reproduction asexuée s'opère, soit par *spores immobiles* (cellules durables), soit par *zoospores*.

1° Les *spores immobiles* sont le plus souvent des cellules arrondies, munies d'une paroi. On les rencontre particulièrement dans les Algues à structure simple, comme les *Nostocs*, les *Palmella*, *Chroococcus*, etc.

Les *Nostocs* sont des Algues formées de chapelets de cellules arrondies ou ovoïdes, colorées en vert. Ces chapelets sont entourés d'une sorte de gangue gélatineuse. Ils présentent de place en place des cellules plus volumineuses, à contenu incolore et à paroi épaissie, jaunâtre, qui reçoivent le nom d'*hétérocystes* (Thuret) (1).

La reproduction de ces Algues se fait par spores immobiles (*cellules durables*) provenant d'une transformation directe des cellules comprises

(1) Thuret, *Ann. des sc. nat., Bot.*, 3e série, t. II; *Ann. des sc. nat., Bot.* 6e série, t. I, 1875.

entre deux hétérocites. Ces cellules s'amplifient, se gorgent de gouttelettes huileuses, et finalement se recouvrent d'une nouvelle membrane assez épaisse (Duchartre, *Élém. de Bot.*). On trouve les *Nostocs* sur la terre humide, sur les rochers ou sur les murs humides où ils forment des masses gélatineuses.

Les *tétraspores* des Floridées qui naissent par division d'une cellule mère, rentrent dans le groupe des spores asexuées immobiles.

2° Les *zoospores* sont des corps protoplasmatiques dépourvus de membrane, et munis de cils vibratiles. Tantôt ovoïdes, rarement fusiformes (*Ulothrix rorida*), elles renferment une matière verte, et fréquemment un point rouge, *point oculiforme*, placé sur le côté. Les cils, répartis sur toute la surface de la zoospore dans les *Vaucheria* par exemple, ne forment chez les *Œdogonium* qu'une couronne autour de l'extrémité ou *rostre* qui est incolore. Ailleurs les cils vibratiles beaucoup plus longs n'existent qu'au nombre de deux ou quatre, généralement antérieurs dans les Confervacées. Ces cils vibratiles impriment aux zoospores des mouvements qui varient suivant l'espèce de plante et suivant les conditions de l'observation. D'une durée très variable également (de une demi-heure à une journée entière), ces mouvements commencent à se ralentir quelque temps avant la germination. Puis les cils disparaissent, et la zoospore qui s'est généralement fixée par son rostre, s'enveloppe d'une membrane. Elle développe une sorte de crampon (rhizoïde) au point où elle s'est fixée, et par son extrémité libre s'allonge et forme un nouvel individu.

Comme type de la formation asexuée d'une zoospore, nous rappellerons la formation par rajeunissement des zoospores du *Vaucheria Ungeri* (voir page 73).

**Exemples de reproduction sexuée** : 1° *Par conjugation.* La *conjugation* ou *conjugaison* consiste dans la formation d'une spore à trois enveloppes concentriques (zygospore) au moyen de la réunion de deux masses protoplasmatiques provenant de deux cellules différentes.

Ce mode de reproduction s'observe dans un grand nombre d'Algues d'eau douce désignées sous le nom de Conjuguées et qui comprennent les deux groupes des Zygnémées (*Spirogyra*, *Zygnema*, *Mesocarpus*, etc.), et des Desmidiées. La conjugation s'observe très fréquemment aussi chez les Diatomées.

*Spirogyna.* — Si l'on prend pour exemple les *Spirogyra*, on voit que deux cellules situées vis-à-vis l'une de l'autre et appartenant à deux filaments voisins (fig. 166), envoient chacune un prolongement d'abord en forme de mamelon. Ces deux prolongements se rencontrent bientôt, se soudent par leur surface de contact, puis, celle-ci venant à disparaître, un canal de communication est bientôt établi entre les deux cellules. Entre temps, le protoplasma s'est contracté en une sphère dans chacune des cellules. Ces sphères émettent dans le tube de communication un prolongement protoplasmatique, et bientôt, la jonction de ces prolongements ayant lieu, l'union des deux masses va se terminer dans la cellule où la contraction protoplasmatique a commencé en dernier lieu. Le corps qui résulte de cette union est une *zygospore* dont le volume, par suite de contraction, ne dépasse pas celui de la masse protoplasmatique réceptrice au moment où l'union a commencé à se faire. La germination de cette zygospore s'opère seulement après quelques mois de repos.

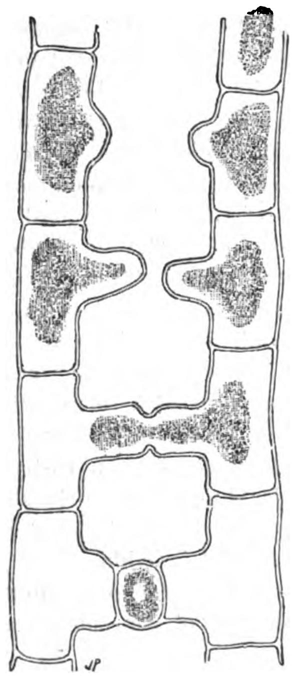


Fig. 167. — Conjugation entre deux filaments d'algue.



Fig. 168. — *Cosmarium Botrytis.*

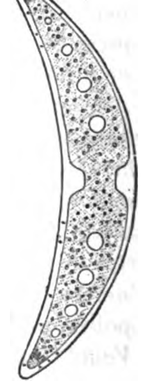


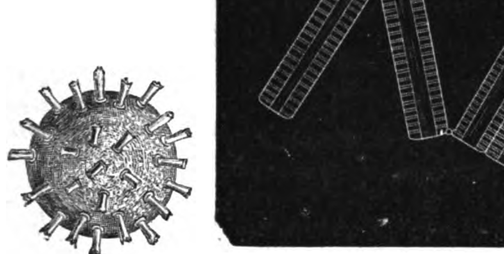
Fig. 169. *Closterium lunula.*

Ce mode de conjugation, dit *scalaire* ou *scaliforme*, subit quelques modifications. Dans les *Mesocarpus* par exemple, le canal de communication]établi entre deux filaments voisins se renfle en son milieu, et c'est là que viennent se confondre les deux masses protoplasmatiques. M. Duchartre distingue cette conjugation sous le nom de *scaliforme intermédiaire.*

Enfin au mode de conjugation scaliforme, on trouve souvent associé

dans les Spirogyra (1) un autre mode dit de *conjugation latérale* (Kützing) dans laquelle les deux cellules qui entrent en communication appartiennent au même filament et sont contiguës.

*Reproduction des Desmidiées.* — Les Desmidiées sont des Algues qui



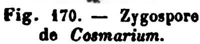


Fig. 170. — Zygospore de *Cosmarium*.

Fig. 171. — *Diatoma vulgare* (Pelletan). Quatre frustules réunis, de face; un frustule libre de profil.

habitent les eaux douces. On les trouve aussi en abondance dans les marais tourbeux et sur les *Sphagnum* Elles sont composées d'une seule cellule ordinairement aplatie, et appelée *fronde*, partagée en deux moitiés symétriques (*hémisomates*) (fig. 171 et 172, Pell.). La reproduction de ces Algues s'opère par conjugation, et elles se multiplient par division. C'est le procédé de conjugation intermédiaire dont il a été parlé plus haut que l'on retrouve ici. La zygospore est formée, comme toujours, de trois membranes dont la moyenne, épaisse et brune, développe souvent des pointes plus ou moins dentées (fig. 169).

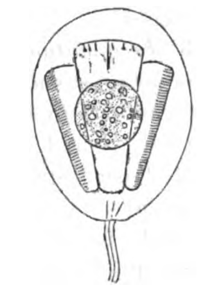


Fig. 172. — *Gomphonema geminatum.* Conjugaison et formation d'auxospore. Les deux cellules conjuguées, portées sur un pédicelle, se sont enveloppées d'une masse mucilagineuse à travers laquelle on ne distingue que difficilement les stries des frustules ; entre elles apparaissent l'auxospore et le frustule nouveau, agrandi, qui en résulte (Pelletan).



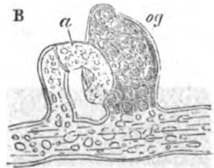
Fig. 173. — *Gomphonema geminatum.*

(1) P. Petit, *Bull. Soc. bot. de France*, 1874.

*Reproduction des Diatomées.* — Les Diatomées sont des A gues microscopiques formées d'une seule cellule qu'on appelle *frustule*, enfermée dans une enveloppe siliceuse. Le frustule, formé de deux *valves* séparées par une bande dite *connective* (fig. 170), renferme un protoplasma coloré en vert (endochrôme) ou en brun jaunâtre.

Ces Algues se multiplient par division et se reproduisent en partie par conjugation. La conjugation s'opère entre deux frustules, qui se placent parallèlement et s'entourent d'une substance gélatineuse. Tantôt les deux endochrômes se confondent en une masse unique, *auxospore*, qui se transforme peu à peu en un frustule semblable aux parents, mais plus grand, et qui se multipliera par division. Tantôt chaque frustule émet deux tubes de communication et deux masses d'endochrôme, de telle sorte qu'il y a formation de deux auxospores qui se comportent d'ailleurs comme précédemment (voir Pelletan, *loc. cit.*).

2° *Copulation de zoospores.* — Dans les *Pandorina* (1), *Ulothrix zonata* (2), *U. seriata* (Max. Cornu) (3), on a observé une reproduction caractérisée par la fusion de deux zoospores libres qui donnent naissance à une oospore qui germe après une période de repos.



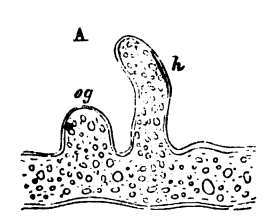




Fig. 174. — *Vaucheria sessilis.* — A, B. Naissance de l'anthéridie (cornicule) *a* sur la branche *h*, et de l'oogone *og* d'après Pringsheim).

3° *Fécondation.* — Ce mode de reproduction sexuée consiste dans l'intervention d'un individu mâle (*anthérozoïde*) venant féconder une masse protoplasmatique (*oosphère*) renfermée dans une cellule mère (oogone). De cette fécondation résulte une oospore qui tantôt germe directement (*Vaucheria*), tantôt produit par division, des zoospores qui vont se fixer et germer ensuite en une nouvelle plante (*Bulbochæte*, *Œdogonium diplandrum*).

On pourra prendre comme sujet d'étude le *Vaucheria sessilis* (fig. 173) dans lequel l'anthéridie *a* (cornicule) apparaît à côté du sporange ou oogone (*og*).

Comme on le voit en A, l'anthéridie *h* se développe sur le filament

(1) Pringsheim, *Monatsbericht*, 8 novembre 1869.

(2) Cramer, *Bot. Zeitung*, 1871.

(3) Max. Cornu, *Bull. Soc. bot. de France*, 1874.

plus rapidement que l'oogone *og.* Ce dernier se renfle et son contenu se sépare bientôt de la cellule par une cloison transverse. Le contenu granuleux et de couleur verte se rassemble au centre de l'oogone, tandis qu'à son sommet courbé en forme de bec on ne trouve plus qu'un protoplasma incolore. En ce point la paroi, s'ouvrant bientôt, se gonfle en une sorte de gelée au moyen de laquelle les anthérozoïdes, qui s'échappent par une ouverture de l'anthéridie développée, pourront atteindre la masse protoplasmique verte ou oosphère renfermée dans la cavité de l'oogone. Aussitôt la fécondation opérée, l'oosphère se couvre d'une membrane et constitue alors une oospore.

*Fucacées.* — Chez les *Fucus*, les organes mâles et femelles apparaissent, soit à côté l'un de l'autre dans des cavités ou *conceptacles* qui se trouvent aux extrémités des frondes (*Fucus platycarpus*), soit sur des thalles différents (*Fucus vesiculosus, serratus, nodosus*). C'est sur ces conceptacles que devront être faites les coupes. Chaque oogone, attachée au fond du conceptacle par un pied unicellulaire, renferme un corps protoplasmatique (oosphère) qui tantôt demeure simple (*Pycnophycus, Himanthalia*, etc.), tantôt se divise en deux (*Pelvetia*), quatre (*Ozothallia vulg.*), ou huit oosphères (*Fucus*). — Les anthérozoïdes très petits, contenant un point rouge et munis de deux cils, l'un en avant, l'autre en arrière, sont réunis en grand nombre dans des cellules généralement ovoïdes (anthéridies) disposées sur des poils dont elles ne sont que des rameaux transformés. La fécondation des oosphères se produit, en dehors des conceptacles, une fois que celles-ci se sont successivement débarrassées des membranes de l'oogone. L'oosphère fécondée se couvre d'une membrane, et, devenant oospore, se fixe pour germer.

**Reproduction chez les Floridées.** — La reproduction chez les Floridées diffère beaucoup de celle des autres Algues. On y distingue une reproduction asexuée par tétraspores immobiles, qu'on ne retrouve pas toutefois chez les Némaliées, et une reproduction sexuée dans laquelle les anthérozoïdes immobiles sont entraînés par l'eau et viennent se fixer à un filament hyalin (*trichogyne*) qui s'insère sur un corps appelé *trichophore*. « Ce dernier est un corps généralement pluricel-
« lulaire, dans lequel ou à côté duquel se font sentir les suites
« de la fécondation, car c'est à côté et au-dessous de lui que
« se forment des filaments celluleux ou des masses de tissu
« qui constituent le fruit ou *cystocarpe;* c'est dans ce dernier
« que naissent plus tard les spores. » (Sachs, *loc. cit.*)

Parmi ces Algues le *Sphærococcus crispus* (Carragaheen ou mousse perlée), le *Gigartina helminthocorton* (mousse de Corse) et la *Corallina officinalis* sont utilisés en pharmacie.

Le thalle de la première est comprimé en forme de ruban étroit, celui de la seconde est cylindrique et paraît formé, à la loupe, de tubes finement striés transversalement, apparence qu'ils doivent à leur structure. Ces filaments se composent en effet de cellules rangées côte à côte par étages assez réguliers, et ce sont les plans horizontaux de séparation qui forment les stries transversales de la surface.

Par des coupes dans le tissu même du thalle du *Sphærococcus crispus*, on constatera l'existence des tétraspores ; celles-ci se réunissent en grand nombre sous forme de petits amas ovoïdes, rosés (capsules), qu'on retrouve très facilement sur l'algue sèche après l'avoir fait détremper dans l'eau. Dans le *Gigartina helminthocorton*, les tétraspores se forment aux extrémités des rameaux

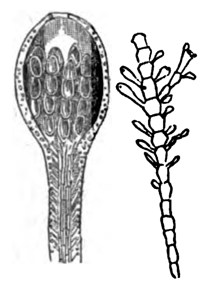


Fig. 175. — *Corallina officinalis*. Thalle et conceptacle d'après Guibourt.

Le thalle de la *Coralline* est, comme le montre la figure (fig. 174) composé d'articles courts et assez larges imprégnés de carbonate de chaux. Lorsqu'on l'a débarrassé de ce carbonate de chaux, on constate que le thalle est formé d'une partie centrale constituée par une série de cellules longues et étroites juxtaposées et d'une partie corticale formée de cellules arrondies, serrées les unes contre les autres.

Les tétraspores se produisent à l'intérieur de conceptacles qui naissent à l'aisselle des articles. Ces conceptacles sont ovoïdes, pédicellés et renferment un certain nombre de tétraspores provenant chacune de la division d'une cellule mère. A leur sommet les conceptacles présentent une ouverture (fig. 174).

ART. IV.

## Champignons (1).

Les champignons sont très bien caractérisés par leur mode de végétation spécial, et l'absence absolue de chlorophylle dans leurs tissus et par suite d'amidon. On ne s'étonnera point dès lors de leur trouver une composition chimique toute particulière. La cellulose y est remplacée par une substance appelée *fungine*, et l'analyse révèle l'existence de matières azotées telles que la gélatine et l'osmazone associées à des principes carbonés (sucre, mannite, matières grasses, gomme, etc.).

(1) Voyez l'excellent travail publié par Rietsch. *Reproduction des Cryptogames*. Thèse d'agrégation, 1882.

Chez les espèces vénéneuses on trouve un alcaloïde mal défini, appelé *amanitine* ou *bulbosine* (Boudier). Enfin les Champignons sont particulièrement intéressants par leur polymorphisme dont nous aurons à faire connaître quelques exemples.

**Appareil végétatif.** — *Thalle, Mycelium, Sclérote.* — Tantôt le thalle est très simple, et reçoit le nom de *filament* (Thalle *filamenteux* ou *floconneux*). Il consiste alors en une seule cellule plus ou moins ramifiée (Mucorinées). Ailleurs, par cloisonnement et union de plusieurs filaments, on voit se former une sorte de feutrage (Mycélium membraneux), variable dans sa forme et sa consistance, qui a reçu le nom de *Mycelium.* Une forme particulièrement dense, tuberculeuse, reçoit le nom de *Sclérote.* Les sclérotes naissent en général sur le mycélium membraneux par agglomération de filaments en masses compactes.

## § 16. — MODES DE REPRODUCTION.

**Appareils de reproduction.** — A l'appareil végétatif se joint chez les Champignons un appareil plus ou moins développé, et qui reçoit le nom de *réceptacle fructifère.* Ce réceptacle naît du mycélium et affecte des formes variées. Tantôt très simple, il est réduit à un filament ramifié ou non, qui porte les spores; tantôt il est composé de filaments ou cellules allongées qui se groupent pour former une masse solide souvent très considérable (Champignons à chapeau). Ce réceptacle fructifère supporte un tissu spécial (*hyménium*) d'où émanent les spores. Cet hyménium est tantôt à la surface du réceptacle (*réceptacle gymnocarpe :* Hyménomycètes, par exemple), tantôt à l'intérieur (*réceptacle angiocarpe :* Truffe). Dans tous les cas il ne produit jamais que des cellules reproductrices asexuées.

**Reproduction sexuée.** — On trouve, comme chez les Algues, divers modes de reproduction sexuée, mais ici les exemples qu'on en connaît sont relativement rares.

*Conjugation.* — Chez les Mucorinées (*Syzygites megalocarpus*, *Rhizopus nigricans*) par exemple, outre une reproduction asexuée par spores, on observe une *conjugation* qui s'opère entre deux filaments du mycélium. La zygospore qui en résulte développe directement chez le *Syzygites* un filament dressé qui porte un système de sporanges à spores asexuées. Celles-ci produisent un mycélium qui développe des zygo-

spores. Il y a là une véritable alternance de générations qu'on pourra prendre pour exemple.

*Fécondation.* — Ailleurs, chez les Saprolégniées (Champignons filamenteux que l'on trouve souvent sur les mouches mortes), ainsi que chez certains Champignons entophytes (*Peronospora, Cystopus candidus*), on observe une fécondation qui s'opère de la manière suivante : un filament naît sur le mycélium et se renfle à son extrémité en une sphère femelle ou *oogone*. D'autre part, un filament mâle à extrémité conformée en petite ampoule ovoïde et considérée comme une *anthéridie*, vient pénétrer l'oogone ou s'appliquer à sa surface, et du contact résulte une *oospore* qui, en germant, devient un grand zoosporange dont le contenu se divise en zoospores qui se fixent et germent : chez certaines Saprolégniées (*Monoblepharis*), l'appareil mâle est constitué par une anthéridie qui développe des anthérozoïdes munis d'un long cil, et qui fécondent l'oosphère (1) (Cornu).

**Reproduction asexuée.** *Étude.* — Elle a lieu, ici comme chez les Algues, au moyen de *spores* ou cellules reproductrices qui sont le plus souvent *immobiles*. On distingue deux sortes principales de spores : les unes, dites *Thécaspores* ou *Ascospores*, se développent en général par formation libre (voir page 63), *dans l'intérieur* de cellules mères spéciales, vrais sporanges, appelées *Thèques* ou *Asques*. Les autres au contraire ont un développement *exogène* et se développent à la surface de cellules mères que l'on nomme *Basides*, où elles sont portées par de petits filaments nommés *Stérigmates* ou *Spicules*. Ces spores sont appelées *Basidiospores*. Pour examiner les spores on doit faire des coupes à travers les réceptacles fructifères lorsque ceux-ci possèdent un certain volume, et si l'on étudie les basidiospores, ces coupes devront être dirigées perpendiculairement à la surface hyméniale dont la situation varie, comme nous l'avons dit plus haut, avec les espèces.

**Exemples de Thécaspores.** — Ces exemples sont nombreux, car on en trouve chez les Champignons les plus simples (*ferments*) comme chez ceux qui atteignent un haut degré d'organisation (Tubéracées, *Morille*, *Pézizes*, *Claviceps*, etc.).

**Truffe.** — Si par exemple on pratique des coupes minces sur le réceptacle fructifère *angiocarpe* de la Truffe, on constate d'une part que ces coupes présentent à l'œil une apparence marbrée dont on se rend aisément compte par l'examen microscopique. Tout à fait à la périphé-

(1) Max. Cornu, *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XV, 1872.

rie on trouve un feutrage épais, de couleur brune, de cellules allongées, qui forme le *péridium* et enveloppe un tissu moins dense de cellules entre lesquelles existe de l'air qui donne à ce tissu un aspect blanchâtre. Des espaces vides remplis d'un suc particulier apparaissent avec une teinte noire. Enfin le tissu hyménial est lui-même de couleur

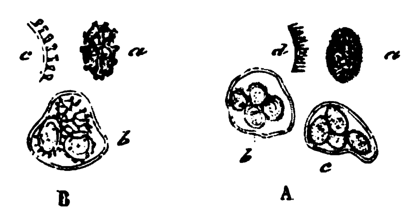



Fig. 176. — A. Spores du *Tuber melanosporum*. *a*, Spore grossie ; *b*, spores coupées transversalement et vues dans leur thèque ; *c*, spores entières dans leur thèque ; *d*, portion de paroi d'une spore fortement grossie, avec ses pointes. — B. Spores du *Tuber mesentericum*. *a*. spore isolée grossie ; *b*, spores dans leur thèque ; *c*, paroi grossie avec ornements.

grisâtre. L'ensemble de ces bandes blanches de tissu et de l'hyménium forme la *gleba*. Sur les mêmes coupes examinées même à un faible grossissement, on aperçoit de nombreuses spores ovoïdes groupées par quatre ou huit dans l'intérieur de cellules (thèques) à parois minces incolores.

L'*exospore* ou membrane externe des spores est colorée en brun plus ou moins foncé et ornée de manières diverses (fig. 176). Dans le *Tuber melanosporum* par exemple, A, l'exospore est couverte de petites pointes fines, que nous avons représentées à un fort grossissement (600 fois) en *d* ; dans le *Tuber mesentericum* l'exospore est ornée d'une sorte de réseau relevé de saillies dont l'extrémité libre se termine (*c*) en forme de tête de clou.

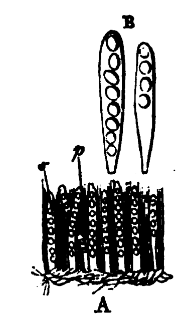



Fig. 177. — *Pézize*. — A. Coupe sur l'hyménium. — *p*. Paraphyses. — *s*. Thèques et spores. — B. Deux thèques grossies avec les spores.

2° Les *Discomycètes* (*Morille*, *Pézize*), etc., seront également d'excellents exemples à étudier. La couche hyméniale occupe la surface extérieure du réceptacle tantôt plissé (*Morille*), tantôt en forme de coupe plus ou moins profonde (Pézizes). Sur cet hyménium, au moyen de coupes, on reconnait l'existence de thèques allongées (fig. 177, B) entremêlées (A) de *paraphyses* ou poils souvent colorés (*Peziza aurantiaca*) brillamment. Dans les thèques, se développent par formation libre des spores ovoïdes généralement au nombre de huit.

**Exemples de Basidiospores.** — Tantôt chez les Basidiosporées le réceptacle est angiocarpe et formé comme chez la

Truffe d'un péridium enveloppant une gleba (*Lycoperdon*). L'hyménium alors porte des basides surmontées des spores.

Ailleurs (Hyménomycètes) l'hyménium revêt les prolongements de la surface inférieure du réceptacle fructifère. Dans les Agarics, ces prolongements forment des lamelles disposées

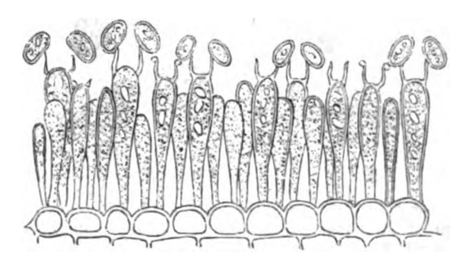


Fig. 178. — Coupe menée perpendiculairement à l'hyménium de l'*Agaricus edulis*.

radialement. Ces lamelles sont concentriques dans les *Cyclomyces*, anastomosées en réseau dans les *Polypores ;* elles forment des tubes étroits, perpendiculaires à la surface et serrés côte à côte dans les *Bolets*. Enfin, dans les *Hydnum*, la face inférieure du réceptacle fructifère est garnie de pointes molles qui pendent comme des stalactites et sur lesquelles s'étale l'hyménium.

**Agaric.** — On pourra, pour l'étude, faire des coupes sur l'*Agaricus edulis* qu'il est facile de se procurer à peu près à tous les états de développement. Toutefois, pour voir des spores bien développées, il sera bon de pratiquer des coupes sur des échantillons assez avancés en âge. Sur ces coupes (fig. 178) on trouvera de longues cellules renflées à l'extrémité, dont l'ensemble constitue l'hyménium et qui reposent sur une couche de cellules assez courtes appartenant au tissu du réceptacle fructifère. Parmi les longues cellules hyméniales, on en trouve un grand nombre (basides) qui développent à leur extrémité deux à quatre stérigmates portant chacun une spore. Ces spores développées se détachent, tombent et germent pour reproduire un mycélium.

**Modifications des spores.** — 1° *Conidies*. — On a donné ce nom à de petits corps reproducteurs susceptibles de germer qui se produisent principalement chez les Champignons filamenteux (Phycomycètes), à l'extrémité des filaments fertiles. Ces *Conidies* naissent successivement, souvent en grand nombre, à l'extrémité de ces filaments dont la cellule terminale

joue le rôle de baside, et ils se disposent en chapelet, la spore la plus ancienne étant à l'extrémité. Dans l'*Aspergillus glaucus* (fig. 179), ces chapelets de spores ne s'insèrent pas directement sur le mycélium, mais sur des filaments intermédiaires.

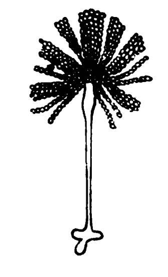
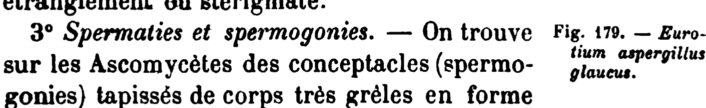


Fig. 179. — *Eurotium aspergillus glaucus.*

2° *Stylospores et Pycnides.* — Dans certains Champignons (*Cenangium frangulæ*) on voit se développer des conceptacles appelés *Pycnides* qui s'ouvrent à leur sommet pour laisser échapper des spores appelées *Stylospores* parce qu'elles sont séparées de leur baside par un étranglement ou stérigmate.



3° *Spermaties et spermogonies.* — On trouve sur les Ascomycètes des conceptacles (spermogonies) tapissés de corps très grêles en forme de bâtonnets (spermaties) développés en grand nombre à l'extrémité de filaments cellulaires et qui répondraient aux conidies, car M. Max. Cornu (1) a pu obtenir leur germination chez certaines espèces.

4° *Chlamydospores.* — On a donné ce nom à des spores propres aux Mucorinées et qui diffèrent des spores ordinaires que possèdent ces mêmes plantes en ce qu'elles naissent isolément et dans le filament même du champignon.

**Polymorphisme.** — Comme nous l'avons déjà dit, beaucoup de champignons sont remarquables par les formes variées que prend une espèce à certaines époques de son développement. A ce polymorphisme vient s'ajouter pour certains d'entre eux une intéressante particularité. En effet, si les uns (*monoxènes*) subissent leurs diverses transformations sans changer de place (*Claviceps purpurea*), les autres (*hétéroxènes*) ne peuvent revêtir les diverses formes qui constituent le cycle le plus complet de leur développement, qu'à la condition de trouver pour chacune de ces formes un siège déterminé (*Œcidium berberidis* et *Puccinia graminis*). Nous allons citer quelques exemples de ces deux cas.

1° **Champignons monoxènes.** — Exemple : *Claviceps purpurea.* Ce champignon, qui vit en parasite sur le seigle, commence par dévelop-

(1) Max. Cornu, *Comptes rendus*, t. LXXXII, 1876

per un mycélium filamenteux blanc qui envahit l'ovaire de cette plante, le pénètre et y développe des *Conidies*. Ce premier état, considéré longtemps comme une espèce autonome, avait reçu le nom de *sphacélie*. Mais bientôt les filaments de ces champignons développent un sclérote, qui, envahissant l'ovaire, soulève la sphacélie qui se dessèche et meurt. Ce sclérote, qui n'est même pas un état du champignon, reçut le nom de *Sclerotium clavus*. Mais si l'on observe la suite du développement, on voit bientôt naître à la surface de ce sclérote (1) des appareils fructifères (fig. 180) en forme de tête sphérique pédiculée. Une coupe dans la partie sphérique montre un stroma cellulaire renfermant à sa périphérie de nombreux conceptacles (fig. 181) remplis de longues thèques contenant chacune plusieurs thécaspores grêles et filiformes.

On terminerait le cycle du développement en semant ces spores sur

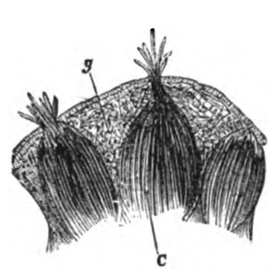



Fig. 180. — Coupe sur le réceptacle du *Claviceps purpurea*. — C, conceptacle. Les thèques font saillie au dehors; *g*, tissu cellulaire au milieu duquel sont creusés les conceptacles.

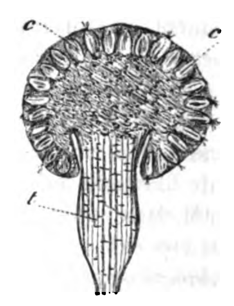



Fig. 181. — Coupe d'ensemble du *Claviceps purpurea*. — *c*, *c*, conceptacles; *t*, pied qui supporte l'appareil fructifère.

des fleurs de seigle, elles détermineraient bientôt la formation d'une sphacélie.

2° **Champignons hétéroxènes.** — Exemple : *Œcidium berberidis* et *Puccinia graminis*. — L'*Œcidium berberidis* est une Urédinée qu'on trouve au printemps sur les feuilles du *Berberis vulg.*, où elle forme des taches jaunes, renflées par suite d'une sorte d'hypertrophie du parenchyme de la feuille. Une coupe sur ces taches montre d'une part des conceptacles (spermogonies) en forme d'outre (fig. 182, *sp*), qui renferment des filaments longs qui passent par l'ouverture des conceptacles, en même temps que des spermaties.

D'autre part on trouve, dans le parenchyme inférieur de la feuille (fig. 182, *a*), des conceptacles en forme de coupes lorsqu'ils sont complètement développés, et qui renferment des chapelets de conidies. Ils

(1) Il suffit, pour développer l'appareil fructifère, de piquer dans le sable des sclérotes que l'on arrose de temps en temps. On recouvre le tout d'une cloche et on l'abandonne à une température de 15 degrés environ.

forment un premier état du champignon, que l'on nommait *Œcidium*. Ces conidies (spores) ne reproduisent cependant pas des Œcidium. Pour germer, elles doivent changer de siège, et c'est sur les Graminées (tiges, feuilles) qu'elles se transportent pour donner naissance à ce que l'on considérait autrefois comme un champignon autonome (*Uredo*), mais en réalité à une seconde forme reproductrice que l'on nomme l'Uredo du *Puccinia graminis* qui forme des bourrelets rouges (rouille des blés) sous l'épiderme des feuilles et des tiges des Graminées. Des coupes sur ces bourrelets montrent un mycélium dont certains filaments portent à leur extrémité une spore très grosse (fig. 182, *uv*) renfermant des granules rouges (Urédospores) et qui, en tombant sur les feuilles des Graminées, germe et reproduit de nouveaux urédo. Mais bientôt les urédo les plus âgés cessent de produire des urédospores et donnent naissance àd'autres spores bicellulaires (fig. 182, B et C), appelées *Téleutospores*, qui germent au printemps sur les chaumes de la graminée, en donnant naissance à de petits filaments grêles qui portent à leur extrémité de petites spores que l'on nomme *sporidies*. Mais ces sporidies ne pourront germer que sur les feuilles de Berberis. Perforant l'épiderme de ces feuilles elles produisent un mycélium qui engendre ensuite les spermogonies et les œcidiums. Ainsi se termine le cycle du développement de ce champignon hétéroxène.

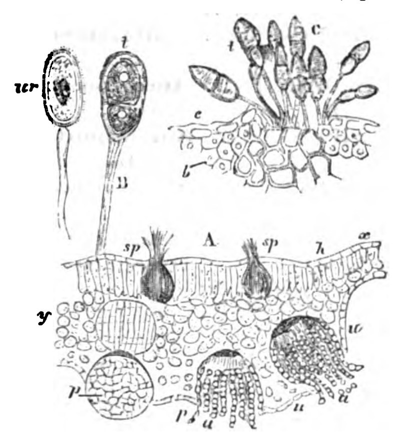



Fig. 182. — *Puccinia graminis*. — A. Section transversale de la feuille du *Berberis vulg.* avec spermogonies *sp* et œcidiums *a* (d'après Sachs) : *p*, le péridium de l'œcidium. Entre *u* et *y*, la feuille s'est anormalement épaissie ; en *x* elle a conservé son épaisseur naturelle. — B et C. Un amas de Téleutospores sur une feuille de chiendent ; *c*, épiderme dechiré ; *b*, fibres sous-épidermiques ; *t*, téleutospore ; *ur*, urédospore.

## § 17. — HYPHOMYCÈTES (MOISISSURES).

On réunit sous le nom d'Hyphomycètes un grand nombre de champignons appartenant aux divers ordres du groupe et qui méritent plus particulièrement d'être signalés ici, parce qu'ils produisent comme parasites de végétaux ou d'animaux des maladies de ces êtres sur lesquelles l'attention est fréquemment attirée.

Nous étudierons successivement les espèces appartenant aux

groupes suivants dont nous avons donné dans nos généralités les caractères distinctifs essentiels :

OOSPORÉES....... *Peronospora; Cystopus; Saprolegnia.*
BASIDIOSPORÉES. **Ustilaginées** : *Ustilago carbo; Tilletia caries; Urocystis occulta.*
ZYGOMYCÈTES... **Mucorinées** : *Mucor; Rhizopus; Pilobolus; Hygrocrocis.*
BASIDIOSPORÉES. **Entomophthorées** : *Empusa; Entomophthora.*
— **Urédinées** : *Œcidium; Puccinia.*
ASCOMYCÈTES... (*Thécasporées*). **Périsporiacées** : *Oïdium* (*Erysiphe*); *Aspergillus* (*Eurotium*).
— **Tubéracées** : *Penicillium.*
— **Pyrénomycètes** : *Botrytis.*

A. OOSPORÉES. — *a. Peronospora infestans.* — Parasite de la pomme de terre; mycélium de 5 μ d'épaisseur. Petits rameaux portant de cinq branches en cinq branches une conidie ovoïde. Cette conidie peut germer directement, chez le *Peronospora infestans*. Elle s'établit sur la cuticule (fig. 183) de la plante nourricière, s'y fixe, s'entoure d'une membrane, et, perçant la paroi de la cellule épidermique, arrive jusque dans les méats intercellulaires où elle développe le mycélium. Sur ce mycélium se développent les organes sexués qui donnent naissance à l'oospore, qui germe directement au printemps.

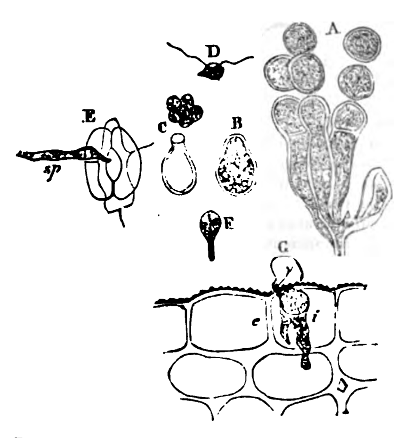



Fig. 183. — A à F. *Cystopus candidus*. — G. *Peronospora infestans* d'après de Bary. — A. Branche sporifère du Mycélium du *Cystopus*. — B, C, D. Formation de zoospores par les spores. — F. Zoospore germant. — E. Zoospore germant sur un stomate et introduisant dans l'ostiole la pointe de son filament. — G. *Peronospora* germant sur l'épiderme d'une tige de pomme de terre et perçant cet épiderme (*i*).

Le Peronospora forme sur les parties vertes des taches brunes, recouvertes d'une légère floraison blanc grisâtre qui n'est autre que le mycélium portant les conidies.

*b. Cystopus candidus* (*rouille blanche des crucifères*). — Mycélium unicellulaire portant des branches fertiles qui donnent naissance à des spores à l'intérieur desquelles se fait une division qui produit des zoospores. A leur sortie du sporange, les zoospores sont d'abord intimement unies; elles se séparent bientôt et germent.

*c. Saprolegnia.* — Certaines espèces de ce genre sont parasites des poissons et des tritons. Elles se fixent à l'épiderme et

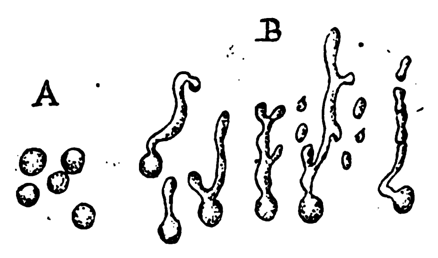



Fig. 184. — *Ustilago carbo.* A, spores; B, spores germant et formant le promycélium et les sporidies *s* (d'après Flügge).

aux écailles et produisent des maladies qui deviennent mortelles; (maladie du saumon).

Le mycélium est formé de filaments incolores, disposés en touffes radiées. — Des sporanges dans lesquels se développent des zoospores naissent à l'extrémité des filaments.

B. BASIDIOSPORÉES. — *a.* **Ustilaginées** : *Ustilago carbo* (Mildew, charbon des céréales). — Ce champignon, qui vit en parasite dans les épis des céréales, a des spores durables de couleur noire. Ces spores naissent dans un sporange qui se forme à l'extrémité renflée d'un filament du mycélium. Les filaments viennent former autour du sporange une pelote en s'entrelaçant. Les parois de cette pelote sont ensuite résorbées en même temps que le mycélium disparaît; les spores devenues libres forment une fine poussière noire.

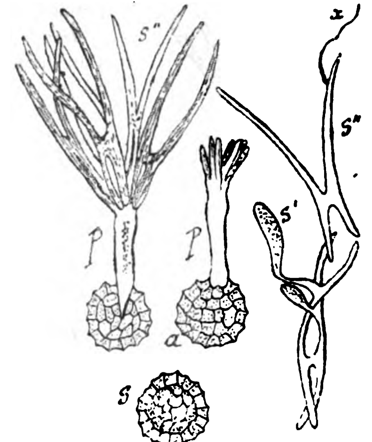



Fig. 185. — *Tilletia caries. s*, spore mûre; *p,p*, spores germant; *a*, sporidie au début de son développement; *s*, copulation par paires; *x*, tube germinatif d'une sporidie; *s'* sporidie secondaire (d'après Flügge).

*b. Ustilago destruens.* — Détruit aussi la fleur des céréales.

*c. Ustilago flosculorum et Antherarum.* — S'attaque aux étamines des Composées et des Caryophyllées.

*d. Tilletia caries* (carie des céréales). — Ce parasite n'attaque pas l'ovaire, mais détruit l'ovule. Il donne à la farine une odeur désagréable. — Les

spores durables se forment à l'extrémité des filaments du mycélium. A la germination, des sporidies associées en H naissent directement du promycélium. Elles se détachent bientôt et émettent chacune un filament qui peut pénétrer dans la plante directement, ou bien sur cette hyphe. développent des sporidies secondaires, ovales, allongées, qui sont susceptibles de germer.

*e. Urocystis occulta.* — Ce parasite se rencontre sous forme d'une poudre noire dans la paille de seigle. La formation de ses spores est assez semblable à ce qui a lieu chez Ustilago, mais la pelote formée par les rameaux entrelacés s'enveloppe d'une membrane épaisse, brune. — Le promycélium se comporte comme celui des Tilletia.

C. ZYGOMYCÈTES. — **Mucorinées** : *Mucor mucedo.* — Hyphes incolores, parfois rameuses; sporanges brunâtres; spores ovoïdes de 8 μ de long sur 3,7 μ de large.

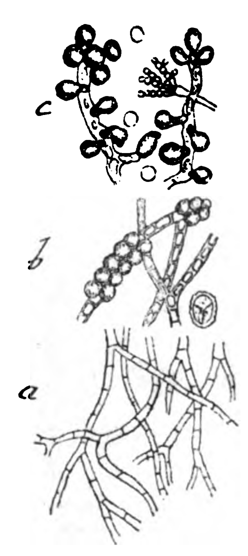



Fig. 186. — *Hygrocrocis arsenicus. a*, filaments ; *b*, *c*, fructification. (D'après L. Marchand).

Cette moisissure est très répandue. On la rencontre sur les pommes de terre, le pain, les fruits; c'est elle qui pénètre dans les noix humides.

*Mucor racemosus.* — A longs sporanges jaunâtres.

*Mucor corymbifer.* — Hyphes s'irradiant d'un même point et portant chacun un sporange à membrane unie.

Cette espèce a été trouvée dans le conduit auditif externe.

*Pilobolus.* — Hyphes à réceptacles sphériques contenant des conidies. A maturité, les réceptacles se détachent à leur base et sont lancés à une certaine distance.

Cette moisissure forme des touffes vitreuses sur les excréments des vaches et des chevaux.

*Hygrocrocis* (1). — Dans beaucoup de liquides (eaux distillées médicamenteuses, solutions arsenicales, etc.) on voit se développer des nuages muqueux plus ou moins abondants qui parfois envahissent tout le liquide. Ces végétations, autrefois rapportées à des algues, appartiennent en réalité à des Mucédinées.

L'*Hygrocrocis arsenicus* se présente avec les caractères suivants : c'est d'abord une petite tache lactescente, un petit nuage qui flotte dans le

(1) L. Marchand, *loc. cit.*



liquide. A ce moment, on ne découvre au microscope qu'une poussière brillante de globules extraordinairement fins. Bientôt le nuage s'épaissit et se colore en jaune au centre. On y distingue alors des filaments qui enferment les petits globules. — Plus tard ces filaments se cloisonnent et deviennent hyalins; puis ils grossissent, deviennent d'un gris brun, et de nouveau des globules brillants y apparaissent au nombre de deux à trois par cellule.

La masse tout entière est d'un brun foncé. Des modifications variées interviennent alors dans les filaments. Les uns, à cellules allongées, à contenu homogène, mesurant 5 à 7 μ de diamètre, se ramifient; d'autres, à contenu granuleux, deviennent bossus irrégulièrement; ces bosses donnent des ramifications; puis, à un certain moment, au lieu d'une ramification, apparaît un renflement pyriforme. Les filaments les plus centraux, d'autre part, grossissent jusqu'à atteindre 0m,010 à 0m,015 de diamètre. Ils prennent la forme d'un chapelet dont chaque grain renferme quatre globules brillants.

C'est alors que commence la période de fructification. Elle s'annonce par l'apparition, autour des masses brunes d'Hygrocrocis, de filaments blanchâtres qui s'allongent, s'enchevêtrent et forment une glaire qui masque le nuage grisâtre. Cette glaire retient les spores qui vont sortir des organes à maturité. Ces spores proviennent d'une des ampoules pyriformes groupées de façons diverses. D'autre part, des spores conidiennes sont produites par les filaments à contenu homogène.

D. BASIDIOSPORÉES. — *a*. **Entomophthorées** : *Empusa muscæ*. — Ce champignon s'attaque aux mouches et les fait périr. On le voit souvent attaché aux murs ou aux vitres, entouré d'une légère poussière formée par les conidies.

Ces conidies, en effet, sont projetées avec une certaine force au moment de leur maturité. Elles mesurent 11 μ de diamètre, et lorsqu'elles se fixent sur la peau des mouches, elles germent donnant une hyphe qui pénètre dans la peau et se renfle en une grosse cellule qui produit par bourgeonnement latéral plusieurs cellules filles. Celles-ci envahissent le corps adipeux de l'insecte et s'y multiplient rapidement. Plus tard ces cellules s'appliquent contre la paroi du corps et forment une hyphe qui la traverse de dedans en dehors. Cette hyphe donne une spore qui est projetée à une certaine distance.

*Entomophthora*. — Les espèces de ce genre s'attaquent aux chenilles. Leur mycélium s'accroît rapidement et en quelques jours envahit tout le corps.

*b*. **Urédinées**. — Les Urédinées comprennent un très grand nombre d'espèces et sont remarquables par leur alternance de générations. (Voir plus haut, page 324.) Ainsi, le *Puccinia graminis* forme ses œcidies sur le *Berberis vulgaris*, ses urédospores sur les Graminées; le *Puccinia straminis* ses œcidies sur

*Lycopsis arvensis*, *Anchusa officinalis*, etc., ses urédospores sur les graminées; *Puccinia coronata* ses œcidies sur *Rhamnus*, ses urédospores sur *Avena*, *Holcus*, etc.; le *Gymnosporangium* (*Podisoma*) *conicum* forme ses œcidies sur *Sorbus* (*Roestelia cornutus*), ses urédospores sur *Juniperus communis; Œcidium abietinum* (Abies excelsa) montre ses téleutospores sur *Rhododendron hirsutum*.

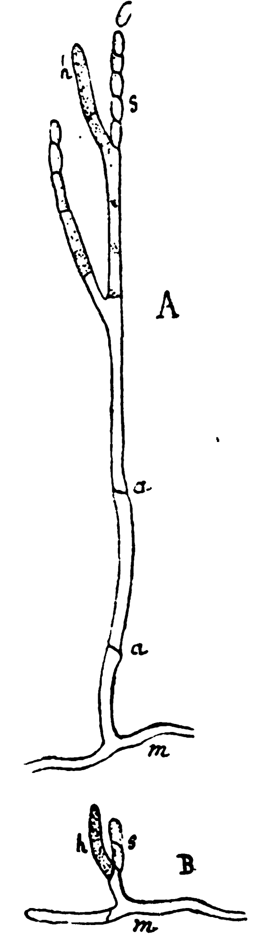



Fig. 187. — *Oïdium lactis*. A, hyphe développé; B, hyphe jeune, fructifère; *m*, mycélium; *s*, chaîne de spores près desquelles l'hyphe forme une branche latérale; *a*, place des anciennes spores (d'après Flügge).

E. ASCOMYCÈTES. — **Périsporiacées** : *Oïdium* (*Erysiphe*) *Tuckeri*. — C'est le champignon qui produit la maladie de la vigne. Il forme des taches brunes recouvertes d'une couche blanche sur les feuilles, les branches et les jeunes raisins. — Hyphes fructifères portant de simples conidies ovoïdes.

*Oïdium lactis*. — Cette espèce se trouve parfois comme une moisissure blanche sur le lait, le pain, la pâte, etc. — Ses hyphes fructifères incolores portent à leur extrémité une chaîne de conidies.

Suivant Grawitz (1), l'*Oïdium lactis* serait identique aux champignons connus sous les noms d'*Achorion Schœnleinii* (*Teigne faveuse*), *Trichophyton tonsurans* (*Herpes tonsurant*) et *Microsporon furfur* (*Pytiriasis versicolor*). Les différences que l'on rencontre entre ces soi-disant espèces ne seraient que le résultat de leur végétation sur un substratum variable. Il est certain que les descriptions que l'on a données de ces espèces ne les distinguent que par les dimensions plus ou moins grandes

(1) Grawitz, *Virchow's Arch.*, vol 70. Comparer les fig. 187 et 190 ci-dessus.

des hyphes et des spores et leurs ramifications plus ou moins abondantes. Toutefois les lésions très diverses qu'elles produisent, sont un argument contre l'opinion de Grewitz. Nous allons donner les caractères de ces espèces ou variétés.

1° *Teigne faveuse* (*Achorion Schœnleinii*). — Le champignon siège sur

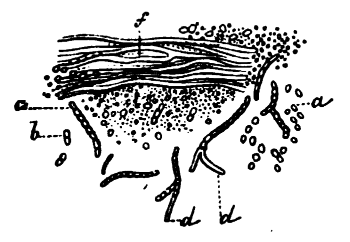



Fig. 188. — Parcelles de Favus (Bazin). — *a*, sporules isolées; *b*, sporules réunies; *c*, chaîne de sporules; *d*, tubes vides; *f*, filaments tubuleux réunis et granules.




Fig. 189. — Poussière blanche qui revêt les cheveux brisés de l'herpès tonsurant (Bazin). *a*, sporules isolées; *b*, sporules réunies; *c*, tubes vides; *d*, hyphes sporulaires.

la peau de la tête; on le trouve dans la profondeur du follicule pileux contre le poil. On ne trouve alors que des spores (fig. 188, *e*) qui forment autour du poil des amas volumineux.

Dans les dépressions de la surface de la peau, on observe des amas (godets ou favi) où l'on rencontre toutes les parties constituantes du végétal, mycélium, réceptacles, spores.

La couleur des favi est d'un jaune soufre pâle.

2° *Teigne tonsurante* (*Trichophyton tonsurans*) (fig. 189 et 190).

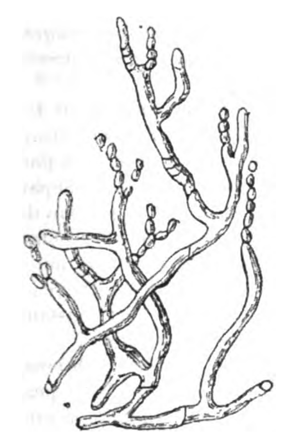


Fig. 190. — Champignon de l'herpès tonsurant (d'après Grawitz), mycélium et chaîne des spores.

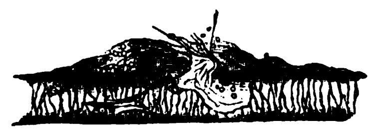


Fig. 191. — Cheveu dans un cas de pelade décalvante à marche rapide (Malassez).

Le cuir chevelu est le siège de prédilection de ce champignon qui a généralement pour origine le cheval ou le chien.

L'affection débute par l'altération des poils qui changent de cou-

leur, deviennent secs et cassants. Les spores existent dans l'intérieur même de la racine des poils. Bientôt elles se développent en grand nombre, et se logent dans les intervalles qu'elles déterminent par l'écartement des fibres de ceux-ci.

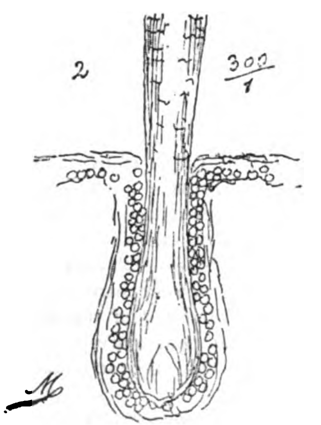



Fig. 192. — 1, cheveu avec sporules de *Trichophyton tonsurans;* 2, base d'un poil avec sporules de *Trichophyton epilans* (dessin communiqué par M. Mégnin).

3° *Teigne pelade*, due au *Microsporon Audouini* (fig. 191).

C'est un épiphyte que l'on retrouve assez difficilement.

M. Malassez donne le procédé d'examen suivant : « On recueille non seulement les cheveux de la périphérie des plaques, mais aussi les pellicules que l'on obtient en raclant le cuir chevelu au niveau de ces plaques : ces pellicules dissociées soit dans l'éther, soit dans de l'alcool absolu pour être débarrassées de la graisse qui les souille, sont montées dans une solution d'acide phénique au centième. Le champignon occupe les parties les plus superficielles de la couche cornée de l'épiderme. »

4° *Microsporon mentagrophytes* (Ch. Robin). — Il diffère des précédents par le siège.

Il est, en effet, situé dans la profondeur du follicule pileux jusqu'à la racine du poil, entre lui et la paroi du follicule, et non pas dans l'épaisseur de la substance de la portion du poil placée dans le follicule, comme le *Trichophyton tonsurans,* ni autour de la partie aérienne du cheveu, près du derme, comme l'est constamment le *Microsporon Audouini.*

*Pytiriasis versicolor* (*Microsporon furfur*). — Affection de la peau qui siège principalement à la poitrine et au ventre. Le champignon est situé superficiellement; mélangé à de nombreux débris épidermiques, il passerait souvent inaperçu si l'on n'avait la précaution de traiter la préparation par de l'ammoniaque; on se débarrasse ainsi de l'épiderme (Robin).

5° *Teigne ulcéreuse* (*Trichophyton epilans*, Mégnin) (fig. 192, 2).

Ce trichophyton vit sur les jeunes veaux et est très contagieux à l'homme. Distingué en 1879, par M. Mégnin, du *T. tonsurans* (fig. 192, 1) (1),

(1) *Bulletin de la Société de biologie*, 8 nov. 1879.

ce champignon a des sporules qui ont le double de grandeur de celles de ce dernier; de plus elles sont jaunâtres au lieu d'être ardoisées, et ne végètent pas sur le poil ou le cheveu, mais dans sa gaine sur le follicule et à la surface du derme. Aussi provoque-t-il la chute du poil en entier, sans le briser. Il détermine la formation d'une affection d'abord vésiculeuse, puis ulcéreuse qui se couvre de croûtes irrégulières, jaunâtres, sous lesquelles le derme est à nu, suppurant. Ce nouveau trichophyton originaire du veau est très contagieux à l'homme, au cheval et au chien

*Aspergillus* (*Eurotium*). — Les Aspergillus sont au nombre des moisissures les plus répandues. C'est l'une de ces espèces (*Aspergillus niger*) qui servit à Raulin (1) à étudier les conditions de nutrition des plantes inférieures.

Comme les levûres, les *Mucors* et les *Penicillium*, les Aspergillus sont susceptibles, dans des conditions favorables, de jouer le rôle de ferments.

*Aspergillas glaucus* (*Eurotium aspergillus glaucus*). — Mycélium blanchâtre, passant au vert jaunâtre. Spores d'un vert gris, mesurant 9 à 15 μ. — Sur les fruits cuits, les corps organiques en décomposition.

*Aspergillus niger* (*Eurotium aspergillus niger*). — Touffes d'un brun foncé. Conidies brunes à maturité, mesurant 3 μ, 5 à 5 μ de diamètre. — Se développe sur les fruits acides (orange, citron), les confitures, etc.

*Aspergillus flavus*. — Touffes jaune d'or, verdâtres ou brunes.

*Aspergillus fumigatus*. — Touffes verdâtres, bleuâtres ou grises. — Dans le méat auditif externe, chez l'homme.

*b.* **Tubéracées** : *Penicillium glaucum*. — C'est la plus commune de toutes les moisissures. L'hyphe fructifère porte un certain nombre de cellules cylindriques ramifiées qui développent des chaînes de conidies verdâtres. — Cette moisissure, d'abord blanche, devient plus tard gris verdâtre.

(1) Liquide de Raulin pour la culture de l'*Aspergillus niger*:

| | |
|---|---|
| Eau | 1500 gr. |
| Sucre candi | 70 |
| Acide tartrique | 4 |
| Nitrate d'ammoniaque | 4 |
| Phosphate | 0.60 |
| Carbonate de potasse | 0.60 |
| Carbonate de magnésie | 0.40 |
| Sulfate d'ammoniaque | 0.25 |
| Sulfate de zinc | 0.07 |
| Sulfate de fer | 0.07 |
| Silicate de potasse | 0.07 |

La plante est cultivée à 35 ou 37°, en présence de l'air humide, sur une épaisseur de liquide nutritif de 20 à 30 millimètres.

*c.* **Pyrénomycètes :** *Botrytis Bassiana* (*Muscardine*). — Mycélium a filaments cylindriques, flexibles, transparents, incolores et brunissant par la teinture d'iode. Chacun d'eux est formé par une seule cellule allongée, non cloisonnée. Granulations dans l'intérieur des filaments allongés.

Du mycélium partent des filaments réceptaculaires composés de cellules placées bout à bout. A ces filaments sont adhérentes des spores sphériques à contenu homogène dépourvu de granulations. Tantôt isolées au sommet de leurs branches, ailleurs elles se groupent par trois, puis quatre, cinq ou six ou même davantage (fig. 194, *b*,*b*). Ce sont ces



Fig. 193.
*Penicilium glaucum.*

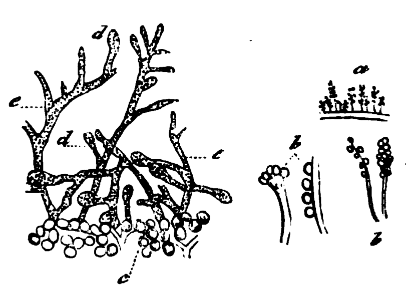



Fig. 194. — *Botrytis Bassiana.* Champignon de la Muscardine d'après Ch. Robin. — *a*, filaments sporifères; *b*, *b*, tigelles grossies pour montrer l'insertion des spores, soit latéralement, soit à l'extrémité; *c*, spores inoculées; *d*, *e*, mycélium qui en naît.

spores qui, en s'introduisant dans le corps des vers à soie, y germent rapidement et déterminent la mort. Vingt-quatre heures après la mort, l'insecte devient dur et prend une teinte rosée, puis après un laps de temps à peu près égal, il commence à blanchir par suite de la sortie des rameaux du Botrytis qui se couvrent d'une quantité considérable de spores. Ces spores se détachent au moindre attouchement, le corps de l'insecte blanchit alors les doigts comme le ferait un morceau de craie.

## § 18. — MYXOMYCÈTES.

On nomme ainsi des corps dont la place dans la classification n'est pas bien déterminée. Ils se composent d'un appareil végétatif gélatineux (*Plasmodie*) sur lequel, à un moment déterminé, se produisent des sporanges qui se remplissent de spores.

On pourra étudier l'*Æthalium septicum* qui prend naissance dans le tan. On procédera comme il a été dit page 53.

ART. V.

## Lichens.

On s'accorde assez généralement aujourd'hui pour considérer les Lichens comme formés par la réunion de Champignons *Ascomycètes* et d'Algues, les premiers vivant en parasites sur les secondes. L'ensemble des filaments mycéliens du champignon et des cellules (*gonidies*) de l'algue forme l'appareil végétatif ou *thalle* du lichen.

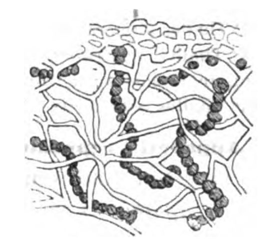


Fig. 195. — *Collema*, coupe du Thalle, montrant les Gonidies en forme de Nostoc.

**Appareil végétatif.** — *Structure.* — Le thalle se présente sur les coupes comme formé de deux parties (fig. 195) : l'une, composée de cellules arrondies, à chlorophylle (Gonidies) et qui

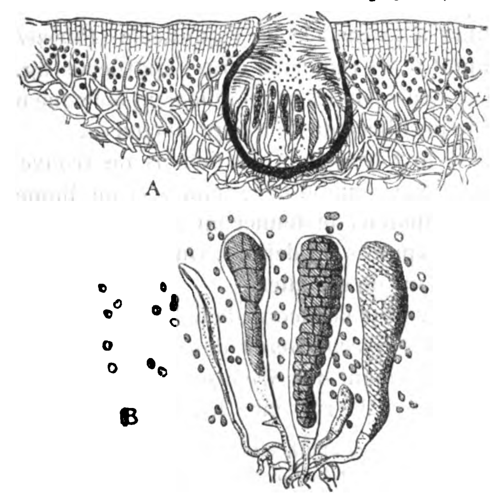



Fig. 196. — Endocarpon pusillum. — A, coupe de l'apothécie ; B, asques grossies.

représente l'algue ; l'autre, composée de cellules allongées, filamenteuses, comme celles des champignons, et qui représente le mycélium du cham-

pignon parasite. Lorsque ces deux parties constituantes du thalle sont mélangées en proportions à peu près égales, le lichen est dit *homœomère* (*Collema*, *Leptogium*). On l'appelle *hétéromère* lorsque les gonidies forment des couches distinctes de celles qui constituent le mycélium du champignon.

Le plus souvent, les filaments de ce dernier forment à la périphérie du thalle un feutrage assez dense disposé en une *couche corticale*.

La forme extérieure des thalles les fait distinguer en :

1° Thalles *crustacés*. Ils forment alors des croûtes pulvérulentes, farineuses (*Lecidea, Beomyces*) ;

2° Thalles *foliacés* : expansions aplaties, membraneuses (*Peltigera*, *Sticta*);

3° Thalles *fruticuleux*, qui présentent des expansions en forme d'entonnoir (*Cenomyce pixidata*);

4° Thalles *gélatineux* (*Collema*).

**Appareils reproducteurs.** — Les appareils reproducteurs les plus constants sont les *Apothécies* et les *Sorédies*.

Les *Apothécies* ne sont autre chose que des sortes de conceptacles, en forme de coupes plus ou moins étalées, semblables à celles des Pézizes, à la surface desquelles se montrent des asques entremêlées de *paraphyses*, et renfermant en général chacune huit spores. Ces asques procèdent d'une couche hyméniale qui tapisse le fond de l'apothécie. Cet hyménium est tantôt libre à la surface de l'apothécie (*Parmelia*, *Cetraria*, etc.), tantôt il est renfermé dans l'apothécie (fig. 196), qui est creusée de conceptacles semblablement à ce que nous avons décrit pour le périthèce du *Claviceps purpurea*.

*Sorédies*. — Sur beaucoup de lichens on trouve de petits amas formés d'une réunion de gonidies et de filaments entrelacés qui sont capables de donner un nouveau thalle de lichen lorsqu'ils sont expulsés au dehors. On a donné à ces sortes de propagules le nom de sorédies.

Enfin, on trouve sur beaucoup de lichens (*Parmelia*, *Cetraria islandica*, etc.) des *Spermogonies* développant des *Spermaties*, des *Pycnides* renfermant des *Stylospores*, corps reproducteurs que nous avons déjà décrits chez les champignons.

*Cetraria Islandica*. — Les apothécies du *Cetraria* sont grandes, arrondies, marginales, de couleur brune ; elles sont entourées d'un bourrelet, et les thèques allongées fournissent chacune huit spores elliptiques. On fera des coupes sur ces apothécies comme sur les réceptacles fructifères des champignons.

On trouve à l'extrémité des cils durs qui bordent les bords du thalle

des spermogonies isolées ou groupées, et qui portent des spermaties cylindriques.

*Roccella tinctoria.* — Ici les apothécies sont éparses sur les branches du thalle, et ne sont jamais terminales. Elles sont arrondies, peu saillantes et de couleur gris foncé ou noires. Chaque thèque renferme huit spores, triseptées.

Les spermogonies apparaissent souvent à l'œil nu comme de petites taches noires disséminées à la surface du thalle. Elles renferment des spermaties linéaires souvent arquées.

ART. VI.

## Characées.

Les Characées s'observent comme les Algues. Ce sont, en effet, des plantes d'eau douce, qui comprennent deux genres : les *Chara* et les *Nitella*.

**Appareil végétatif.** — Il résulte de la superposition d'entre-nœuds qui atteignent jusqu'à 5 et 6 centimètres de longueur et que rattachent

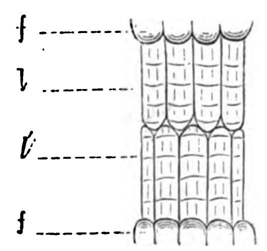



Fig. 197. — Système cortical du *Chara fragilis*. *l*. Tubes descendant du verticille supérieur *f*, et allant à la rencontre des tubes *l'*, montant du verticille inférieur *f'*.

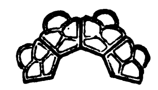


Fig. 198. — Coupe transversale du système cortical des *Chara* (schéma).

l'un à l'autre des nœuds formés chacun d'une seule assise de cellules en général plus larges que hautes, rangées en cercle autour de deux cellules centrales. De ce verticille de cellules qui forment le nœud, naissent les feuilles, longues, pointues, et à l'aisselle de la feuille apparue la première, se forment deux rameaux secondaires chez les *Nitella*, un seul chez les *Chara*.

Chaque entre-nœud de la tige est formé chez les *Nitella* par une seule cellule développée en cylindre long et peu épais; aussi peut-on très bien suivre à travers ce cylindre les mouvements du protoplasma. Il n'en est plus de même dans les *Chara*. Chez ces dernières plantes, en effet, la cellule cylindrique axile est recouverte d'un système cortical formé de tubes émanés, dans la moitié inférieure de l'entre-nœud, du

verticille foliaire qui limite en bas l'entre-nœud, et dans la moitié supérieure, du verticille qui limite en haut ce même entre-nœud. Ces deux séries de tubes se rencontrent au milieu de l'entre-nœud (fig. 197). De plus, ces tubes ne sont pas simples : chacun d'eux, en effet, comporte quatre séries de cellules dont une interne (fig. 198), en contact avec la paroi de la tige (tube central), et trois périphériques. On fera des coupes transversales afin de se rendre compte de cette intéressante disposition que nous représentons ci-contre.

**Organes reproducteurs.** — La reproduction sexuée s'opère chez les Characées au moyen d'*Anthéridies* et d'organes fe-

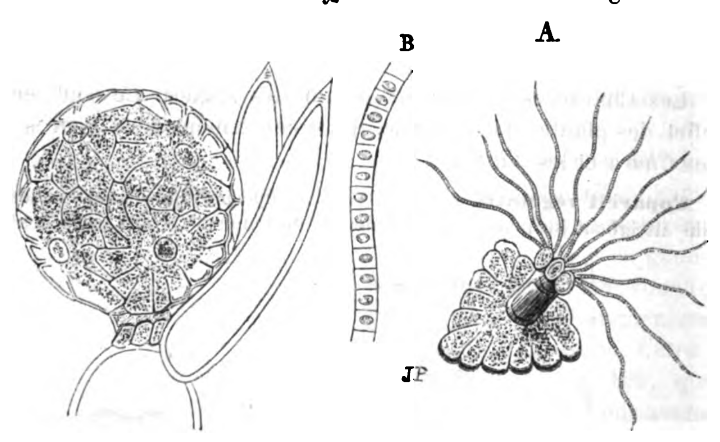



Fig. 199. Anthéridie du *Chara fragilis*.

Fig. 200. — A. Un écusson séparé de l'Anthéridie du *Chara fragilis*, avec 3 cellules à filaments. — B. Fragment grossi d'un filament avant maturité des Anthérozoïdes.

melles appelés *Oogemmes* ou *Sporogemmes*. Ordinairement situés l'un près de l'autre, les deux sexes sont au contraire séparés chez les *Nitella*.

L'*Anthéridie* (fig. 199) est globuleuse. Sa paroi se compose de huit cellules ou *écussons*, triangulaires et trapézoïdes, à bords dentés, à paroi interne colorée en rouge à la maturité. Du centre de cette paroi (fig. 200, A) part une cellule cylindrique (*manubrie*) qui porte à son extrémité une petite cellule ou *tête* qui, à son tour, en supporte six autres plus petites, de chacune desquelles (fig. 201 et 200, A) partent quatre longs filaments hyalins, composés de cellules courtes, superposées

en file unique et dans chacune desquelles se produit un anthérozoïde. A la maturité, les écussons s'isolent et bientôt les anthérozoïdes, sous forme d'un fil très grêle enroulé en spirale (fig. 201, C), sortent de leurs cellules. Avant l'isolement des Écussons, ceux-ci sont tous rattachés par l'intermédiaire de leur tête à la cellule qui porte l'anthéridie elle-même (fig. 201, *s*). Les Anthérozoïdes développés (*c*) ont la forme de filaments

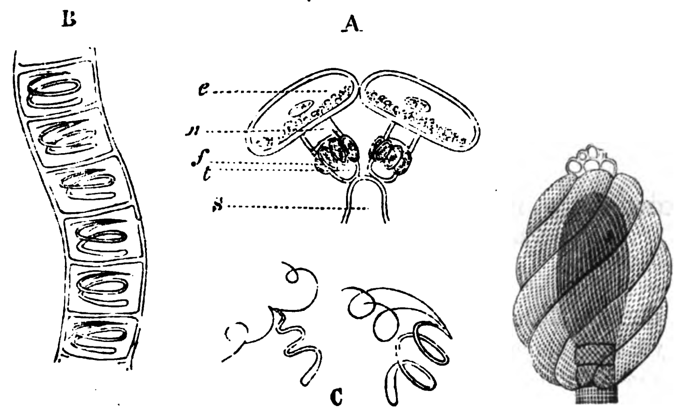



Fig. 201. — Anthéridie du *Chara fragilis* non mûre. — A. 2 écussons. — *n*. Manubries. — *t*. Têtes. — *f*. Cellules d'où naissent les filaments. — *s*. Cellule de support. — B. Filament avec Anthérozoïdes. — C. Anthérozoïdes libres.

Fig. 202. — Organe femelle de *Nitella flexilis*.

spiralés portant à leur extrémité antérieure amincie deux longs cils vibratiles.

L'organe femelle (*Sporocarpe*, *Oogemme*) se compose d'une série axile de cellules autour de laquelle s'enroulent cinq tubes en spirale et que surmonte la *couronne* formée par des processus émanant des tubes en spirale (fig. 202). Cette série axile est formée de trois cellules : l'une à la base répond au nœud de la pousse latérale métamorphosée en oogemme; au-dessus de celle-ci s'en trouve une seconde qui apparaît de bonne heure dans les *Chara* et qui est remplacée chez les *Nitella* par un groupe discoïde de cellules. Enfin une cellule terminale ovoïde beaucoup plus volumineuse occupe l'axe de l'organe. Dans cette dernière cellule se trouvent du protoplasma, des gouttes d'huile et des grains d'amidon, sauf dans la région

terminale (papille) qui ne contient qu'un protoplasma hyalin. Au moment de la fécondation, les cinq tubes spiralés s'écartent au-dessous de la couronne, et par les fentes ainsi produites, les Anthérozoïdes arrivent jusqu'à la papille de la cellule terminale ou Oosphère. La fécondation opérée, la paroi des tubes en contact avec l'oosphère s'épaissit et se colore en noir.

---

# CHAPITRE X

## ORGANES DE REPRODUCTION DES MUSCINÉES ET DES CRYPTOGAMES VASCULAIRES

Chez les Muscinées comme chez les Cryptogames vasculaires, il y a alternance de générations au moyen d'organes sexués, mâles (*Anthéridies*) et femelles (*Archégones*), et au moyen d'organes reproducteurs asexués (*spores*).

1° **Anthéridies, Anthérozoïdes.** — Les appareils mâles ou Anthéridies sont essentiellement des sacs dont la paroi est formée par une assise de cellules, et qui renferment un nombre plus ou moins considérable de cellules mères d'Anthérozoïdes. Ces sacs sont tantôt pédicellés (Muscinées), tantôt ils font saillie à la surface de l'appareil végétatif (Fougères, Equisétacées), ou bien encore ils sont enfoncés dans la substance du thalle (Ophioglossées). Ils sont arrondis ou fusiformes (fig. 205, *a*). Chez les Rhizocarpées et chez les *Selaginella*, parmi les Lycopodiacées, l'anthéridie devient très simple et se trouve représentée par deux ou plusieurs cellules d'un prothalle plus ou moins rudimentaire, cellules qui, par des subdivisions successives, forment huit (*Salvinia*) à trente-deux (*Pilularia*, *Marsilia*) cellules mères d'anthérozoïdes.

A maturité, les anthéridies se déchirent et laissent échapper les anthérozoïdes.

Ceux-ci sont de très petits corps allongés, généralement

enroulés en spirale, et qui portent des cils vibratiles dont la répartition varie avec les plantes. Les cils sont au nombre de deux à l'extrémité antérieure amincie du corps de l'anthérozoïde des Muscinées (fig. 203, C). Chez les Cryptogames vasculaires, au contraire, les cils sont nombreux et occupent les premiers tours de la spire. De plus, à l'extrémité postérieure de celle-ci, se trouve une petite sphère protoplasmatique (fig. 204) qui semble être formée par la partie du protoplasma

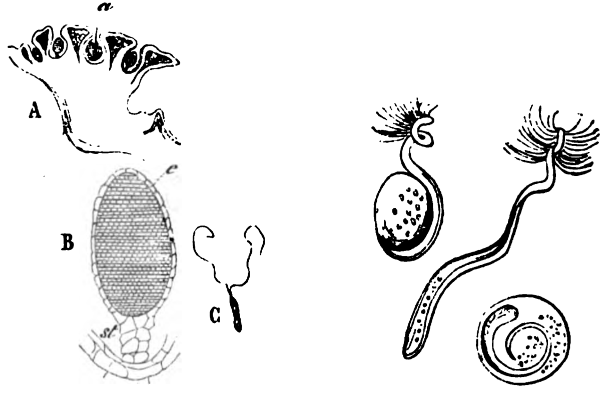



Fig. 203. — A. Section longitudinale perpendiculaire à travers un chapeau mâle de *Marchantia polymorpha*. Les anthéridies *a* en voie de développement. Elles sont enfoncées dans des cavités du chapeau. — B. Une anthéridie presque mûre ; *st*, son pédicelle ; *e*, sa paroi.— C. Anthérozoïde, grossi 800 fois (d'après Sachs).

Fig. 204. — Anthérozoïdes d'*Equisetum* à divers degrés de développement.

de la cellule mère non utilisée dans la formation de la spire.

Les mouvements des anthérozoïdes sont extrêmement rapides, et les cils sont alors difficiles à apercevoir. On y arrivera plus aisément en colorant faiblement par le carmin le liquide dans lequel on les observe.

**Étude.** — Pour avoir des anthérozoïdes bien vivants, il faut pratiquer des coupes sur les anthéridies fraîches et bien développées. Les parties du thalle sur lesquelles doivent porter les coupes varient suivant les plantes :

1° Parmi les *Hépatiques*, chez le *Marchantia polymorpha*, les anthéridies (fig. 203) sont séparées des archégones et portées, en nombre plus ou moins considérable, sur une sorte de réceptacle pédicellé (*chapeau*, en forme de bouclier, festonné sur les bords. Chez les espèces dont le

thalle se différencie en tiges et feuilles, les anthéridies se développent a l'aisselle des feuilles, tantôt isolées (*Radula*), tantôt groupées.

2° Chez les *Mousses*, les anthéridies, allongées et entremêlées de *paraphyses* (poils colorés ou non [fig. 205]), sont groupées à l'extrémité de petites tiges feuillées qui forment le thalle. C'est ce qu'on appelle souvent une *fleur mâle*. Il peut, du reste, dans certaines mousses se trouver des *fleurs hermaphrodites;* enfin, lorsqu'elles sont unisexuées, elles peuvent être *monoïques* ou *dioïques* (*Funaria hygrometrica, Dicranum undulatum*, etc.).

Les anthéridies de la plupart des Mousses sont enveloppées par un in-

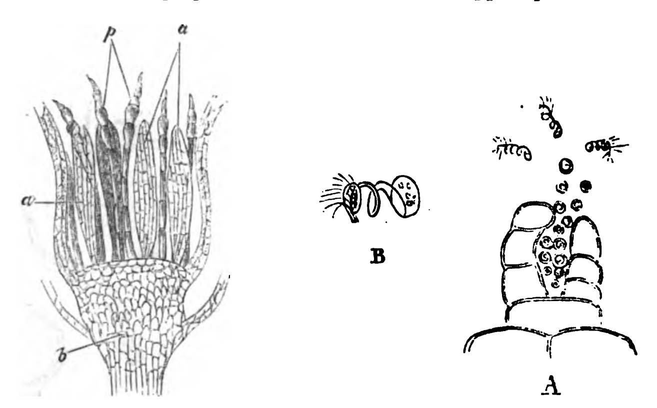



Fig. 205. — Coupe longitudinale de la fleur mâle du *Bryum hornum*. — *a*. Anthéridies. — *p*. Paraphyses. — *b*. Extrémité terminale du pied fertile. Extérieurement aux paraphyses et aux anthéridies, on aperçoit la coupe des feuilles du périgone.

Fig. 206. — Anthéridie de Fougère. — A. Anthéridie ouverte laissant échapper les anthérozoïdes. — B. Anthérozoïde et sa vésicule à l'extrémité postérieure.

volucre de feuilles nommé *Périgone*, lorsque ces anthéridies ne sont point accompagnées d'organes femelles (fig. 205), et *Périgame* lorsqu'il embrasse une fleur hermaphrodite;

3° Chez les *Fougères* et les *Equisétacées*, les anthéridies sont portées sur un prothalle qui, contrairement à ce qui a lieu chez les Muscinées, prend un développement très peu considérable relativement à la génération asexuée.

Ce prothalle tantôt porte les deux organes sexués (anthéridies et archégones), tantôt, au contraire, est dioïque (toutes les Équisétacées et quelques Fougères). Les anthéridies se trouvent à la face inférieure du prothalle membraneux des Fougères (fig. 206), et au sommet ou au bord des lobes de celui des Prêles. Ces prothalles peuvent être obtenus à tous les degrés de développement en semant sur la terre humide des spores de Fougères ou de Prêles. On recouvre d'une cloche et on abandonne le tout pendant trois ou quatre semaines en un lieu frais (Polypodiacées,

*Aneimia*, *Osmunda*). On assiste sur les très jeunes prothalles, et sans avoir besoin de faire des coupes, à l'apparition des Anthéridies.

Sur les prothalles plus âgés, si les anthéridies sont mûres, on trouvera dans les coupes de nombreux anthérozoïdes qui s'échappent par les déchirures faites par le rasoir sur les anthéridies.

**2° Archégones.** — Les Archégones ou organes femelles sont, lorsqu'on les considère au moment de la fécondation, des corps en forme de bouteille à col plus ou moins allongé, et

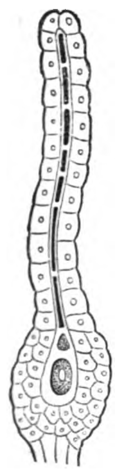


Fig. 207. — Archégone de *Funaria hygrometrica*.

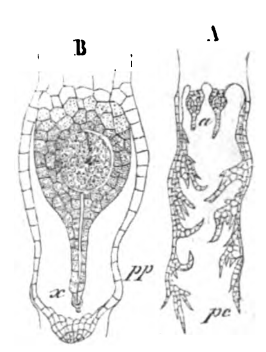



Fig. 208. — A. Coupe tangentielle perpendiculaire à travers le chapeau femelle du *Marchantia polymorpha* (Sachs). — *a*. Deux archégones. — *pc*. Enveloppe commune des archégones ou périchèze. — Archégone après la fécondation. Les cellules *x* qui bordent l'ouverture du col sont flétries; l'oospore commence à se diviser. — *pp*. Périanthe en voie de développement.

à panse (fig. 207) renflée, tantôt courtement pédicellée (Muscinées), tantôt plongée au milieu du tissu du prothalle (Cryptogames vasculaires). Le col de l'archégone est rempli par une rangée axile de cellules qui se gélifient avant la fécondation et livrent passage aux anthérozoïdes. Ceux-ci peuvent ainsi arriver jusqu'à la partie renflée ou *ventre* de l'Archégone, qui est occupé par une masse protoplasmatique (*oosphère*).

L'étude des archégones se fera au moyen de coupes, comme celle des anthéridies. Ce que nous avons dit de la situation des anthéridies dans les diverses plantes s'applique en général aux archégones.

Toutefois, 1° dans le *Marchantia polymorpha*, les archégones sont situés sur des supports particuliers (chapeau femelle) à bords très profondément divisés en lobes distincts. C'est à la face inférieure de ces lobes qu'on trouvera les archégones (fig. 208) enveloppés par des expansions foliacées qui leur forment un involucre appelé *périchèze* (pc).

2° Chez les Mousses, les Archégones forment des *fleurs* femelles (fig. 209), ou des fleurs hermaphrodites en se joignant à des Anthéridies, dans le même périchèze.

3° Enfin, chez les Fougères (fig. 210), les archégones naissent, comme

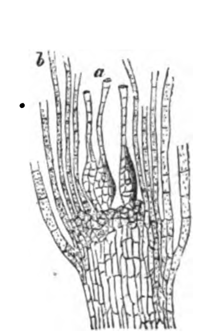
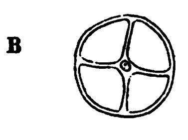



Fig. 209. — Coupe longitudinale du sommet d'un pied femelle de *Funaria hygrometrica*. — *a*. Archégones. — *b*. Feuilles.



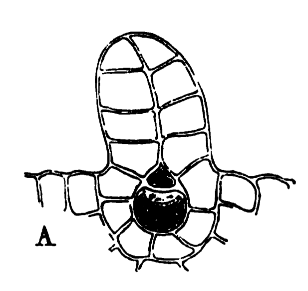




Fig. 210. — Archégone de Fougère. — A. Archégone montrant l'oosphère et la cellule qui s'introduit dans le col. — B. Coupe transversale du col.

les anthéridies, sur la face inférieure du prothalle, mais en avant de celles-ci, et chez les Équisétacées, elles apparaissent sur le bord antérieur du lobe charnu du prothalle femelle. On procédera à l'examen des archégones comme nous l'avons indiqué pour les anthéridies.

**Génération asexuée.** — *Sporogone. Sporange. Spores.* — La fécondation qui résulte de l'action des anthérozoïdes sur l'oosphère donne lieu à une *oospore* qui produit la seconde génération, *asexuée*. Or, suivant que l'on étudie les Muscinées ou les Cryptogames vasculaires, on observe une différence importante dans le résultat de cette fécondation. Chez les Muscinées, en effet, l'organe asexué qui doit engendrer les *spores* naît pour ainsi dire directement de l'oospore fécondée et, restant toujours en intime relation avec l'appareil végétatif

sexué, semble n'être que le fruit de cette plante. Chez les Cryptogames vasculaires, au contraire, l'*oospore* provenant de la fécondation de l'oosphère donne lieu à un appareil végétatif très développé, sur lequel apparaîtront, plus tard, les organes producteurs des spores. En un mot, chez les Muscinées, la génération asexuée reste très peu développée, et la génération sexuée constitue la plante dite Mousse, ou *Marchantia*, par exemple, tandis que chez les Cryptogames vasculaires la génération sexuée prend un très faible accroissement



Fig. 211. — Deux pieds de *Funaria hygrometrica*. L'urne est recouverte par la coiffe.

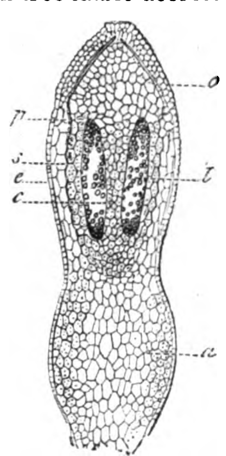



Fig. 212. — Coupe de la capsule du *Funaria*. — *p*. Paroi. — *c*. Columelle. — *o*. Opercule. — *e*. Épiderme. — *s*. Cellules mères des spores. — *l*. Spores.

relativement à la génération asexuée qui forme les appareils végétatifs que l'on appelle des Fougères, des Prêles, etc.

**Sporogone des Muscinées.** — *Capsule*. — **Mousses.** — L'Oospore ou Oosphère fécondée croît rapidement chez les Mousses et, par des divisions successives, forme bientôt un corps pluricellulaire (*sporogone*) dont la base, s'allongeant rapidement, devient le pédicule ou *soie*. Les parois de l'Archégone ne pouvant suivre le développement du Sporogone qu'elles renferment, se déchirent transversalement, et le jeune fruit porté par son pédicule reste pendant un temps plus ou moins long recouvert par la portion supérieure de l'Archégone

qu'il a soulevée avec lui. Cette sorte de capuchon a reçu le nom de *Coiffe* (fig. 210). On donne ordinairement le nom de *Capsule* ou d'*Urne* (*Sporange*) à la partie du Sporogone que supporte la soie. Cette capsule (fig. 212) est fort intéressante à étudier et présente des variations très grandes, suivant les espèces. Formée d'une paroi de plusieurs assises de cellules, recouverte d'un épiderme souvent stomatifère, elle est remplie à l'état jeune par un tissu qui donnera naissance aux spores, ses cellules engendrant chacune 4 spores par une double bipartition. Toutefois, ce tissu est rarement employé tout entier à la formation des spores. Le plus souvent une portion centrale persiste à l'état de tissu appelé *Columelle.* Ajoutons que le sommet de la capsule se différencie en une sorte de couvercle (*opercule*) qui tombe à l'époque de la maturité de la capsule, et offre une structure variable. L'union de l'opercule aux bords de l'urne présente un ou deux cercles de dents qui forment le *Péristome.* Ces dents sont en nombre variable. Il y en a 4 dans les *Tetraphis*, 8 dans les *Splanchnum*, 16 dans les *Grimmia ;* 32 dans les *Torula*, 32 ou 64 dans les *Polytrichum*, etc.

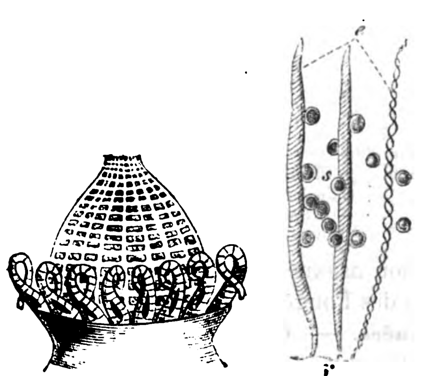



Fig. 213. — Péristome double du *Fontinalis antipyretica.*

Fig. 214. — *s*, spores et *e*, élatères d'Hépatiques.

Les dents du Péristome consistent en portions de membranes épaissies et durcies ayant appartenu à une assise cellulaire séparée par quelques rangées de cellules à parois minces, de l'épiderme caduc qui constitue l'opercule. Pendant que ces rangées de cellules et les places minces de la première année se déchirent et sont écartées, les fragments épaissis subsistent et constituent le péristome. Lorsque le péristome comporte deux rangées de dents, les plus internes (endostome) prennent généralement le nom de cils. Des modifica-

tions diverses peuvent se présenter. Nous figurons (fig. 213), le péristome double du *Fon inalis*, dont l'endostome, au lieu de cils, est constitué par un réseau de bandes longitudinales et transversales.

Sans insister davantage sur ces détails, ajoutons que la fécondation de l'Oosphère chez les Hépatiques donne également lieu à un Sporogone, mais celui-ci reste beaucoup plus longtemps enfermé dans l'archégone. De plus, son organisation intérieure est différente de celle de la capsule des Mousses. Il ne renferme généralement pas de Columelle et, outre les Sporanges, développe en général un grand nombre d'organes de dissémination nommés *Élatères*, longues cellules fusiformes dont la paroi s'épaissit fortement suivant 1-3 lignes spirales parallèles et se résorbe finalement entre ces épaississements.

Les *spores* des Muscinées naissent quatre par quatre dans l'intérieur des cellules mères, elles sont tétraédriques ou globuleuses, souvent fort grosses et colorées de teintes diverses. Leurs parois sont formées d'une membrane (*Endospore*) recouverte d'une cuticule (*Exospore*), qui détermine à leur surface la production d'ornements variés. Elles renferment, outre un protoplasma incolore, de la chlorophylle, de l'amidon et de l'huile grasse.

**Sporanges et Spores des Cryptogames vasculaires.** — L'appareil végétatif (voir plus haut), qui résulte du développement de l'oosphère fécondée, développe dans le cours d'une vie autonome des organes ou *Sporanges*, qui produisent tantôt des spores d'une seule espèce (Fougères, Equisétacées), tantôt deux sortes de spores (Rhizocarpées et Lycopodiacées) nommées *Macrospores*, spores femelles qui, en germant, donneront des prothalles femelles, et *Microspores*, spores qui, par germination, donnent un prothalle mâle.

Les sporanges des Fougères et des Equisétacées s'étudient facilement au moyen de coupes sur les frondes des premières et sur les *scutelles* groupées au sommet des pieds fertiles des secondes.

1° Chez les *Fougères*, les Sporanges (fig. 215) groupés en amas (*Sores*) de formes variées sont tantôt recouverts d'un repli de l'épiderme (*Indusie*), tantôt nus. Ces sporanges doivent être examinés au point de vue de leur forme, de leur structure et de leur mode de déhiscence. Leur paroi,

formée d'une assise de cellules, est munie sur une étendue variable d'une bande de cellules à parois épaissies et colorées qui forment l'*anneau* ou *connecticule*, production en rapport avec la déhiscence des spo-

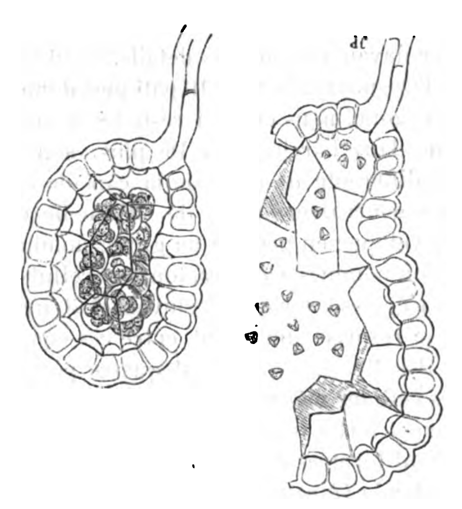


Fig. 215. — Sporanges de Fougère. — Sporange avant la maturité. — Sporange mûr ouvert, émettant les spores.

ranges. Cet anneau complet est transversal chez les Gleichéniacées. Il est terminal chez les Schizæacées (*Schizæa, Aneimia*), et forme une sorte de calotte au sommet du sporange. Il est oblique chez les Cyathéacées

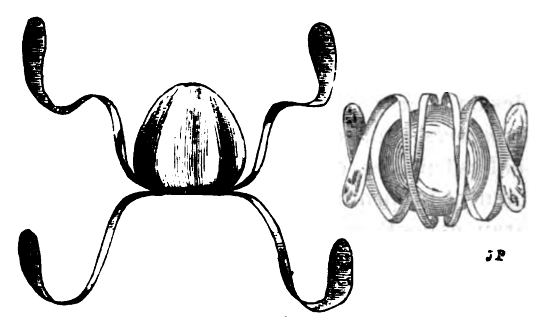


Fig. 216. — Spores d'*Equisetum*. Élatères développées et enroulées.

(*Alsophila, Cibotium*). L'anneau est incomplet et longitudinal chez les Polypodiacées. En plaçant des sporanges mûrs dans une goutte d'eau, on les voit bientôt éclater, et l'on peut constater que la déhiscence se fait

suivant un plan perpendiculaire au plan de l'anneau; longitudinalement, par exemple, si l'anneau est transversal.

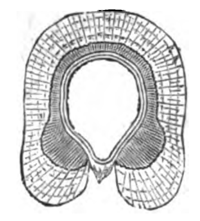
Les spores des Fougères se produisent généralement en grand nombre dans l'intérieur des sporanges. Leur forme est variable. Elles sont généralement colorées en brun à maturité, et leur paroi se compose d'une endospore et d'une exospore ou cuticule pourvue de bandes d'épaississement.

2° On étudiera les sporanges des *Équisétacées* au moyen de coupes sur les écussons disposés au sommet des tiges fertiles. Les spores qui se forment dans ces sporanges sont pourvues d'*élatères* aux dépens d'une membrane externe non cuticularisée, qui se déchire à maturité en deux rubans spiralés (fig. 216).

La germination des spores des Fougères et des Équisétacées donne naissance au prothalle, qui portera les organes sexués. Ainsi se termine le cycle du développement.

3° Chez les *Rhizocarpées,* les sporanges naissent dans des capsules ou conceptacles creux, dits *fruits sporifères,* qui présentent de notables différences de structure suivant les genres. Dans le *Salvinia,* le fruit uniloculaire présente en son centre un renflement sphérique pédicellé qui se couvre de sporanges, donnant tantôt des *macrospores* (fruit femelle), tantôt des *microspores* (fruit mâle).

Le fruit du *Pilularia,* 2-4 loculaire, porte une sorte de placenta longitudinal, pariétal, sur lequel s'insèrent de nombreux sporanges dont les inférieurs forment des macrospores (fig. 217), les supérieurs des microspores (Sachs).


Fig. 217. — Macrospore de *Pilularia.*

Enfin, dans les *Marsilia,* l'intérieur du fruit est divisé en deux loges par une cloison longitudinale, et chacune de ces loges est subdivisée en huit ou neuf logettes superposées, par des cloisons transversales. Dans chaque logette un placenta porte une rangée de macrosporanges entre deux rangées de microsporanges.

Comme nous l'avons dit, les Macrosporanges donnent des macrospores qui, en germant, produisent autant de prothalles femelles, qui ne se séparent jamais d'elles et qui développent chacun un ou plusieurs *archégones.* Les microsporanges donnent naissance aux microspores qui produisent les anthérozoïdes.

Enfin, chez les *Lycopodiacées,* les sporanges se développent solitaires à l'aisselle des feuilles. Ces sporanges sont de deux sortes dans les *Isoetes* et *Selaginella,* savoir : des *Macrosporanges,* renfermant quatre grosses *macrospores,* et des *Microsporanges* renfermant un grand nombre de *Microspores* formées quatre par quatre. Dans les genres *Lycopodium* et *Psilotum,* on ne connaît que des *Microspores.* Le prothalle, qui naît de la germination des microspores de *Lycopodium,* porte à la fois des archégones et des anthéridies.

# CHAPITRE XI

## ORGANES DE REPRODUCTION DES PHANÉROGAMES

### Étude de la fleur.

Pour étudier une fleur, on commence par examiner le nombre des pièces des verticilles et la position de ces pièces les unes par rapport

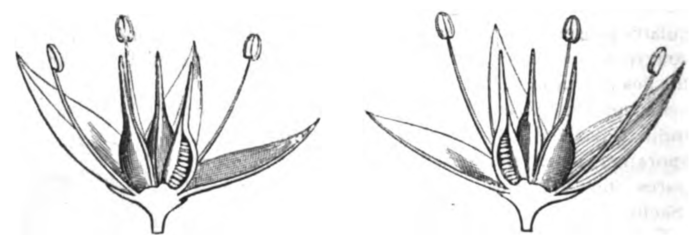


Fig. 218. — Coupe d'une fleur de *Crassula lactea* pour montrer comment doivent être faites les coupes longitudinales.

aux autres. Cette étude se fera particulièrement au moyen de coupes transversales sur les fleurs non épanouies; on obtiendra alors, en examinant ces coupes à un faible grossissement et en les reproduisant par

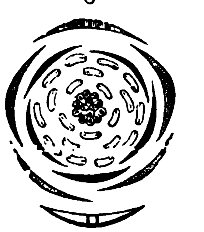


Fig. 219. — Diagramme de Fraisier (Payer).

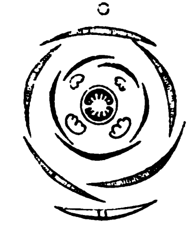


Fig. 220. — Diagramme de *Pedicularis* (Payer).

le dessin, une sorte de figure semblable a un diagramme (projection horizontale d'une fleur), sauf que sur une seule coupe on ne rencontrera

pas toujours tous les éléments composant les verticilles, tandis que les diagrammes les comportent tous. Il sera donc nécessaire de faire des coupes transversales et longitudinales à diverses hauteurs sur le bouton. Les coupes longitudinales donnent des notions importantes que les premières ne peuvent indiquer, telles que le mode d'insertion des pièces du verticille sur le torus (fig. 218), etc. C'est encore au moyen de coupes transversales et longitudinales, ou par dissection avec les aiguilles sous la loupe montée, que l'on fera l'étude organogénique des fleurs. On

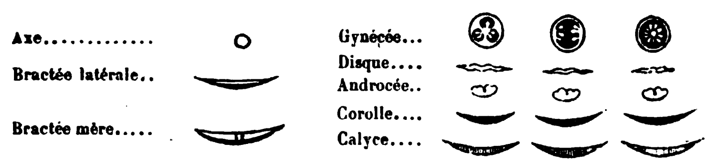



Fig. 221. — Légende d'un diagramme.

examinera l'ordre d'apparition des divers verticilles et de leurs pièces composantes, les rapports de nombre et de situation entre ces verticilles, etc.

Nous reproduisons ci-contre quelques diagrammes pour montrer comment on peut représenter sur un même plan toutes les parties d'une fleur et indiquer avec leur forme, leurs rapports de nombre, de situation, d'orientation par rapport à l'axe qui les porte, etc. (voir fig. 219, 220 et 221).

## § 1. — STRUCTURE DU PÉRIANTHE.

La structure des pièces qui forment le calyce et la corolle se rapproche beaucoup de la structure des feuilles, dont les sépales et les pétales ne sont que des modifications. Au moyen des coupes, on examinera le parenchyme généralement uniforme, parcouru par des nervures disposées comme dans les feuilles, et réduites généralement à quelques trachées, principalement aux extrémités de ces organes. On étudiera les épidermes, et l'on y trouvera, en particulier sur les corolles veloutées, de nombreuses cellules relevées en papilles coniques proéminentes. Les corolles seront d'excellents sujets pour l'étude des matières colorantes.

## § 2. — STRUCTURE DES ÉTAMINES.

L'étude des étamines doit porter sur le filet, l'anthère et

les grains de pollen. C'est au moyen de coupes minces que l'on fera cette étude.

1° Le *filet* montre en général, sur les sections transversales, un faisceau fibro-vasculaire axile entouré d'un parenchyme, enveloppé par un épiderme. Le faisceau fibro-vasculaire du filet se prolonge entre les anthères dans le connectif, où on le retrouve sur les coupes (fig. 223, A).

2° *Anthères.* — Au moyen des coupes sur les anthères, on reconnaît que leurs parois sont formées de trois couches, distinctes dans les très jeunes individus, mais qui se réduisent en général chez les anthères plus âgées à deux couches, par suite de la résorption de l'une d'elles. Ces trois couches ont été nommées, *Exothèque, Mésothèque* et *Endothèque,* d'après leur situation. L'exothèque est l'assise épidermique externe. Il peut arriver qu'elle disparaisse complètement vers l'époque de la maturation (*Calendula, Laurus nobilis, Mahonia, Vitis, Ficaria, Nepenthes, Squamaria*); quelquefois sa destruction n'a lieu que sur la ligne de déhiscence (*Schaueria,* etc.) (A. Chatin). Les cellules de l'exothèque sont ordinairement relevées en papilles, ou même allongées en poils (*Lycopersicon*). Très épaisses et scléreuses (*Zamia, Siphocampylos*), elles renferment, quoique assez tardivement, des matières colorantes diverses. L'endothèque est la couche la plus interne, *transitoire;* le mésothèque est le tisssu compris entre les deux précédentes formations.

La structure du mésothèque présente un intérêt tout particulier. Dans un grand nombre de cas, en effet, toutes ses cellules se font remarquer par des épaississements en bandes spiralées ou réticulées, qui leur ont fait donner le nom de *cellules fibreuses* (Purkinje). M. A. Chatin (1) a montré d'autre part, que ces cellules dans un grand nombre d'anthères se localisent d'une manière spéciale, ordinairement en rapport avec le mode de déhiscence de ces anthères.

Ainsi, dans les anthères à déhiscence longitudinale, ces cellules forment tantôt une bande de chaque côté de la ligne de déhiscence (*Lathræa,*

(1) A. Chatin, *De l'Anthère. Recherches sur le développement, la structure et les fonctions de ses tissus.* Paris, 1870.

*Melampyrum*, *Orobanche*) ou, au contraire, elles ne se montrent que le long de l'attache des parois au connectif (*Chlora*, *Halesia*, *Chironia*), ou encore elles n'existent que sur l'une des deux valves que sépare la ligne de déhiscence (*Witheringia*).

Dans les anthères des Laurinées à déhiscence valvulaire, ces cellules sont limitées à l'épaisseur de ces valvules. Chez les Berbéridées, toute-




Fig. 222. — Localisation des cellules fibreuses. Coupe longitudinale sur le sommet fibreux de l'anthère du *Solanum sisymbrium*. — *e*. Épiderme. — *ms*. Cellules fibreuses. — *mp*. Le tissu situé plus bas n'est pas modifié en cellules fibreuses. D'après M. A. Chatin.

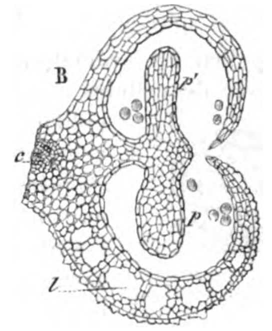



Fig. 223. — A. Coupe générale. — B. Portion de coupe transversale grossie de la partie médiane d'une anthère de *Solanum sisymbrium*. Les placentoïdes (*p*, *p'*) encore très développés. — *c*. Faisceau du connectif. — *l*. Lacunes par écartement développées dans l'épaisseur des tissus du mésothèque. — D'après M. Chatin.

fois, on les observe encore sur le reste des parois. Enfin elles manquent dans les anthères à déhiscence *poricide* (Ericacées, Pyrolacées, Mélastomacées, etc.), sauf, toutefois, dans le genre *Solanum* dont l'ouverture apicilaire est munie de cellules fibreuses (fig. 222), le reste du tissu en étant dépourvu ; il peut être creusé de lacunes par écartement.

La coupe transversale de l'anthère montre ordinairement, en son milieu, la section du connectif où l'on reconnaît l'existence d'un faisceau vasculaire axile, entouré d'un tissu parenchymateux dont les éléments se transforment quelquefois en cellules fibreuses.

Cette transformation n'est que partielle dans les *Telima*, *Saxifraga*, *Sedum*, etc. Elle est totale chez les *Crassula*, *Lonicera*, *Allium*, *Tulipa*, *Iris*, etc. Ailleurs, les cellules du parenchyme qui entoure le faisceau du connectif épaississent fortement leurs parois (*Vinca*). Enfin dans les *Nuphar* il se creuse de lacunes (A. Chatin).

Dans les anthères des Dicotylédones *gamopétales* on trouve une saillie longitudinale qui s'avance dans chaque logette et y proémine plus ou moins. M. Chatin, qui a appelé l'attention sur ce fait, donne au processus parenchymateux ainsi formé le nom de *Placentoïde*, tout en faisant remarquer que cette dénomination n'entraîne aucune comparaison avec le Placenta des Ovaires (1). Nous reproduisons (fig. 223, B) un placentoïde dans l'Anthère du *Solanum Sisymbrium*.

§ 3. POLLEN.

Le pollen est ordinairement sous forme d'une poussière composée de cellules ou grains de pollen. — Un grain de pollen se compose en général de deux enveloppes renfermant un contenu granuleux (*fovilla*) qui consiste en protoplasma, riche en substances amylacées et huileuses; l'enveloppe intérieure ou *intine* présente les caractères de la cellulose, comme on peut le reconnaître au moyen des réactifs; l'extérieure ou *exine* est de nature cuticulaire, ordinairement résistante, épaisse et présentant des saillies mamelonnées, réticulées ou pointues (fig. 224).

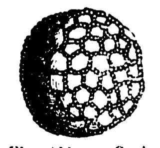


Fig. 224. — Grain de pollen de Lis blanc.

L'exine manque dans quelques cas (*Zostera. Naias, Ruppia*). Ailleurs, au contraire, elle se dédouble en deux lames (*Clarkia*, *Mirabilis*, *Convolvulus*). Rarement lisse à la surface (*Clarkia elegans*), elle présente, avons-nous dit, des ornements variés. Dans le *Passiflora*, ce sont des bandes réticulées; dans les Malvacées, ce sont des pointes aiguës; dans les *Viscum*, *Alpinia*, des éminences mamelonnées.

L'exine produit les *pores* et les *plis*. Les *pores* sont des espaces clairs dans lesquels l'exine ferait complètement défaut (Schacht). Ils livrent passage au *boyau pollinique*, comme on peut s'en convaincre en montant dans l'eau des grains frais de pollen. Au bout de peu de temps, on voit l'intine traverser l'exine par les pores, sous forme de tubes allongés.

(1) C'est dans les Corolliflores qu'on rencontre les placentoïdes; chez les Solanées, par exemple dans les genres *Solanum*, *Atropa*, *Datura*, *Hyoscyamus*, etc.; chez les Scrophulariées dans les *Verbascum*, *Pedicularis*, mais non pas dans les *Veronica* ni les *Chelone;* chez les Labiées dans les *Salvia*, *Rosmarinus*. *Lamium*, *Leonorus*, *Marrubium;* chez les Orobanchées dans les *Clandestina* et *Squamaria*, nondans les *Orobanche*.

Ces pores sont généralement au nombre de trois chez les Dicotylédonées (Onagrariées, Protéacées, Cupulifères, Géraniacées, Composées). Rarement, au nombre de deux (*Ficus*, *Beloperone*), ou de quatre ou six (*Impatiens*, *Ulmus*, *Carpinus*); on les trouve plus souvent nombreux (Nyctaginées, Convolvulacées, Malvacées, Alsinées, Silénées, etc.).

Les pores des *Cucurbita*, ceux des *Stellaria* et des Passiflores sont fermés par des opercules qui se soulèvent au moment de l'émission du boyau pollinique.

*Plis*. — Ce sont des enfoncements qui divisent la surface du grain de Pollen en saillies variables en nombre. Chez la plupart des Dicotylédonées, on trouve trois plis, tandis que le grain de pollen des Monocotylédonées n'en offre généralement qu'un seul longitudinal, et c'est à ce pli que correspond le point de sortie du boyau pollinique (*Gladiolus*, *Lilium*, *Yucca*, etc.).

*Grains simples et composés*. — Nous avons parlé jusqu'ici de grains de pollen formés de cellules isolées ou pollens *simples*



Fig. 225.
Pollen simple de *Ranunculus repens*.



Fig 226.
Masse pollinique de *Neottia nidus avis*.

pulvérulents (fig. 225). Mais il arrive fréquemment que ces grains se présentent dans les anthères, groupés par quatre (*Tétrades*) ou en plus grand nombre. Chez les Orchidées par exemple, on rencontre tous les degrés, depuis les grains isolés (Cypripediées) en passant par les *Tétrades* des Néottiées (fig. 226), jusqu'aux Ophrydées où tous les grains issus d'une même cellule mère demeurent réunis et forment à l'intérieur de chaque loge d'anthère un grand nombre de petites masses polliniques, et aux Cérorchidées enfin où tous les grains de

pollen sont réunis en une *pollinie* munie d'un prolongement ou *caudicule* (fig. 227, *c*) qui, au contact du stigmate, se ter-

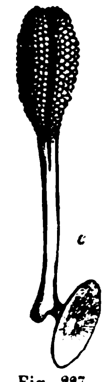



**Fig. 227.**
**Masse pollinique de *Platanthera chlorantha*.**

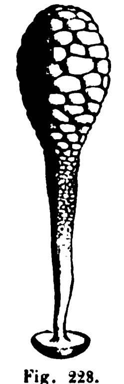


**Fig. 228.**
**Masse pollinique d'*Orchis maculata*.**

mine en une petite glande pluricellulaire appelée ***rétinacle***.

Les Asclépiadées présentent également des masses polliniques (fig. 229).

Les *Typha* (fig. 230, B) et les Ericacées (*Rhododendron*) ont

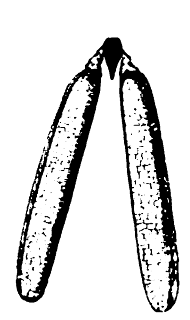


**Fig. 229. — Masse pollinique d'*Asclepias floribunda*.**

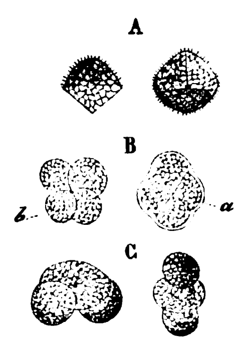



**Fig. 230. — A. Microspores du *Lycopodium clavatum*. — B. Pollen de *Typha*. — *a*. Les grains sont renfermés dans leur cellule mère (Tétrade). — *b*. Grains débarrassés de la cellule mère. — C. Pollen du pin.**

leurs grains de Pollen groupés par quatre. Enfin, chez les Légumineuses, les genres *Acacia* et *Mimosa* présentent des grains composés à des degrés très variables, depuis quatre

(*Mimosa pudica, M. casta*) jusqu'à huit (*Acacia undulata, A. cordifolia, A. paradoxa*, etc.), et seize (*Acacia Julibrissin, A. Lophantha*). On en trouve même composés de trente-deux à trente-six cellules dans l'*Inga spectabilis*.

Parmi les **Gymnospermes**, les *Cupressinées* et les *Taxinées* ont les grains de pollen simples. Chez les *Abiétinées*, il n'en est plus de même, chaque grain est accompagné de deux ballonnets latéraux réticulés à leur surface et opaques. Ces ballonnets résultent d'un soulèvement de l'exine et c'est la cellule centrale seule qui représente le grain de pollen (fig. 232, A, *b*).

**Formation du boyau pollinique.** — Les grains de pollen étant arrivés à leur taille définitive, le noyau se divise, une cloison apparaît entre les 2 nouveaux noyaux, et le grain se trouve ainsi divisé intérieurement en deux cellules filles d'inégale grandeur. Chez les Angiospermes la plus petite cellule fille devient bientôt libre au milieu de la grande. Le plus souvent elle se réduit à son noyau qui atteste alors seul son existence passée. Quand elle persiste, elle ne participe pas à la formation du boyau pollinique. Elle s'épuise (Graminées, Ombellifères, etc.) et disparaît. Chez les Gymnospermes la petite cellule persiste, mais à la place ou elle s'est développée (fig. 231). Elle ne flotte pas dans la grande cellule.

*Etude.* — Pour étudier la formation du boyau pollinique, on place quelques grains dans l'eau pure ou mieux dans une solution de gomme afin d'éviter une trop rapide absorption de liquide qui pourrait faire éclater le grain. On voit alors l'intine s'allonger à travers les pores de l'exine, en un tube dans lequel passe le noyau de la grande cellule et aussi celui de la petite s'il s'agit des Angiospermes. Chez les Gymnospermes le noyau de la grande cellule passe seul dans le tube pollinique, celui de la petite cellule disparaît. Mais bientôt le noyau de la grande cellule se divise en deux et le protoplasma du tube s'amasse autour d'eux formant ainsi deux cellules filles. La plus éloignée de l'extrémité du tube disparaîtra; la plus proche montrera encore une division de son noyau et finalement ces noyaux disparaîtront dans le protoplasma.

**Développement des grains de pollen.** — On étudiera le développement des grains de pollen au moyen de coupes sur les

jeunes anthères. On trouve alors au milieu de celle-ci un tissu de cellules à parois épaisses, riches en protoplasma, qui forment dans les logettes une couche parallèle à l'épiderme, et ne sont autres que les *cellules mères des grains de Pollen.* En effet, bientôt le noyau de ces cellules disparaît, et on en voit se former deux nouveaux qui, ou bien sont immédiatement suivis de la bipartition de la cellule mère ou bien se dissolvent de nouveau, et à leur place apparaissent quatre nouveaux

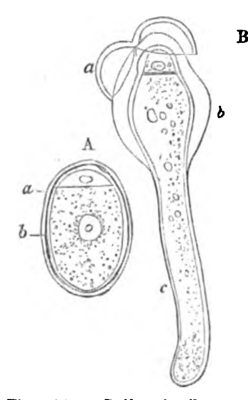



Fig. 231. — Pollen du *Cupressus sempervirens* (Schacht). — A. Un grain de pollen avec ses deux cellules. — *a*. L'enveloppe externe; *b*, l'enveloppe interne. — B. Un autre grain qui a formé le tube pollinique avec la plus grosse de ses cellules, et rejeté son enveloppe externe *a*.

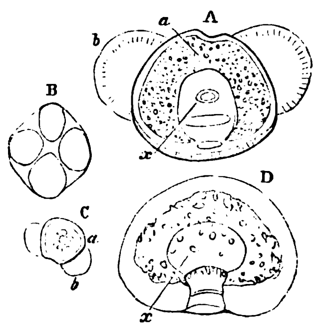



Fig. 232.— A. Pollen du *Picea vulgaris*, d'après Schacht. — B. La cellule mère. — C. Un des grains de pollen déjà pourvu d'une partie centrale *a* et de deux appendices latéraux *b*. — Un grain de pollen mûr : *x* le corps cellulaire dont la cellule terminale deviendra plus tard le tube pollinique. — D. L'enveloppe pollinique interne qui a été séparée de l'enveloppe extérieure par l'emploi de l'acide azotique. — (B et C grossis 200 fois. — A et D 400 fois.)

noyaux suivis de la quadri-partition simultanée de la cellule mère. C'est là le cas le plus fréquent chez les Liliacées. Chez les Dicotylédonées, aussitôt après la dissolution du noyau de la cellule mère et simultanément, apparaissent quatre nouveaux noyaux, après quoi le corps protoplasmatique s'étrangle en quatre lobes. En même temps des lames rentrantes, partant de la paroi de la cellule mère, pénètrent dans les sillons qui divisent le corps protoplasmatique.

L'enveloppe de la cellule mère persistant, on a ainsi une *tétrade*, comme nous en avons signalé des exemples. Mais,

ordinairement, celle-ci disparaît et les grains de Pollen deviennent complètement libres.

L'adhérence de toutes les cellules mères des grains de Pollen d'une même loge d'anthère donne lieu aux masses polliniques dont il a été question plus haut.

**Forme des grains de Pollen.** — Tantôt arrondis (*Canna*, *Musa*, etc.), cubiques (*Basella rubra*), prismatiques à six pans dans les *Arundinaria*, *Lagarus*, etc., les grains de Pollen sont

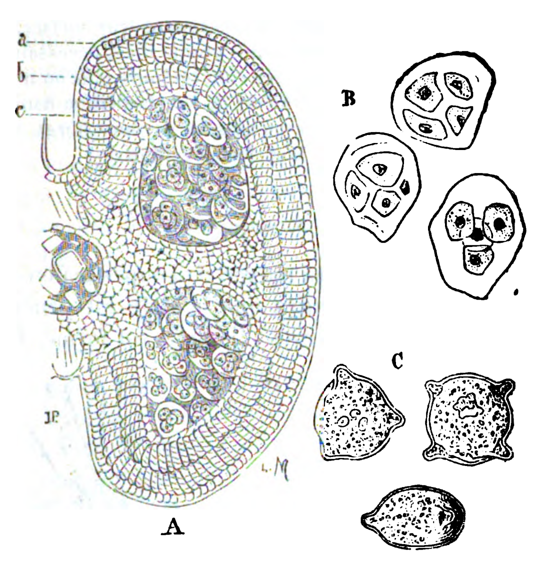



Fig. 233. — Anthère de *Fuchsia*. — A. Coupe transversale d'une demi-anthère montrant les deux loges pleines de cellules mères. — B. Cellules mères isolées montrant des grains de pollen en voie de formation. — C. Jeunes grains de pollen.

trigones chez les Papilionacées, les Hydrophyllées, les Asparaginées, etc. Des espèces d'un même genre peuvent d'ailleurs présenter des formes polliniques différentes. Ainsi, dans le genre *Viola*, le *tricolor* a un pollen pentagonal avec cinq bandes, tandis que les *V. odorata* et *cornuta* ne présentent que de petits sillons.

Ailleurs, la forme des grains de Pollen devient tout à fait particulière. Ainsi, le pollen du *Tropæolum tricolor*, celui des *Limnanthes alba* et *pulchella* représentent un croissant; celui

des Borraginées, un haltère ; celui du *Zea maïs* a la forme même du grain de maïs comprimé dans l'épi ; celui de l'Iris est allongé, fendu comme un pain et orné, comme celui du Lis, d'un réseau à larges mailles carrées.

**Étude des grains de Pollen.** — Pour étudier la forme des grains de Pollen, on ne doit pas employer l'eau qui les gonfle, elle fait disparaître les plis et les amène tous à la forme sphérique. La glycérine a l'inconvénient de les contracter. L'huile d'olive, d'après M. Edgeworth, aurait l'avantage de ne déformer ni gonfler les grains ; cependant elle fait quelquefois disparaître les pointes qui hérissent leur surface. Ajoutons enfin que dans l'examen de la forme des grains il est nécessaire de tenir compte de leur âge. Les jeunes grains sont toujours plus ou moins régulièrement prismatiques en raison même de leur formation dans la cellule mère ; ce n'est que plus tard, lorsqu'ils sont devenus libres, qu'ils s'accroissent librement et prennent leur forme définitive.

## § 4. PISTIL.

1° *Style et stigmate.* — Au moyen de coupes transversales et longitudinales, on reconnaîtra que le style est généralement creusé en son centre d'un canal. Le style est formé d'un tissu



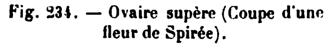


Fig. 234. — Ovaire supère (Coupe d'une fleur de Spirée).

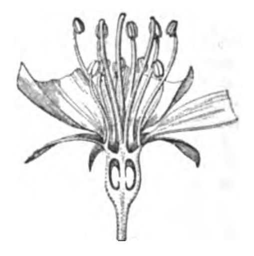


Fig. 235. — Ovaire infère (Coupe d'une fleur de Pommier).

cellulaire parcouru par un ou plusieurs faisceaux fibro-vasculaires déliés, et recouvert par un épiderme. La cavité centrale est souvent obstruée par un tissu de cellules à parois délicates, lâchement unies, et que l'on nomme *tissu conducteur*.

A son extrémité supérieure, le style se termine généralement par une petite masse de tissu recouvert d'un épiderme dont les cellules se relèvent en papilles volumineuses ou en poils. Le tissu même du style sécrète en abondance une hu-

meur visqueuse, appelée à jouer un rôle important dans la fécondation, en déterminant la formation du boyau pollinique.

Les papilles stigmatiques sont tantôt coniques, tantôt cylindriques ou de formes variées.

2° *Ovaire.* — On examinera les parois de l'ovaire généralement formées de trois enveloppes : l'interne et l'externe, correspondent aux deux épidermes des feuilles; la moyenne, formée généralement de plusieurs couches de cellules, est analogue au mésophylle des feuilles et est parcourue par les faisceaux fibro-vasculaires.

On examinera le nombre des loges, les cloisons qui les limitent, la disposition des *placentas* et le passage des faisceaux fibro-vasculaires dans ceux-ci. Au moyen des coupes longitudinales menées suivant la direction des placentas, on observera le mode d'insertion des *ovules* (fig. 234 à 236).



Fig. 236. — Coupe longitudinale du pistil de Rhubarbe (Ovule orthotrope).

3° *Ovules.* — Les Ovules sont de petits corps formés d'un parenchyme central (*nucelle*, qui à la valeur du macrosporange des Cryptogames vasculaires), généralement entouré de deux enveloppes (*primine* et *secondine*) ouvertes au sommet du nucelle (*micropyle*), et formées d'une ou plusieurs assises de cellules limitées par un épiderme interne et un épiderme externe. Ces corps sont supportés par un pédicelle plus ou moins développé (*Funicule*), traversé par un faisceau fibro-vasculaire qui prend fin à la base du nucelle en s'épanouissant dans une petite masse de tissu ordinairement assez distincte et qui forme la *Chalaze*.

En étudiant l'Ovule au moyen de coupes ou par la dissection avec l'aiguille, en s'aidant de la loupe montée, on constate d'importantes modifications dans sa structure et dans l'orientation de ses diverses parties.

Tantôt, en effet, les téguments de l'ovule se réduisent à un seul, notamment chez les Dicotylédonées monopétales et quelques polypétales (Ombellifères). Ailleurs, même, ceux-ci disparaissent complètement et le nucelle est *nu* (Santalacées). D'ailleurs ces modifications sont très fréquentes et peuvent même se présenter dans les genres d'une même famille. Ainsi M. Scheiden a signalé les Renonculacées comme pourvues

d'ovules à deux téguments dans les genres *Clematis, Adonis, Aquilegia, Aconitum, Pæonia*, dans plusieurs espèces de *Delphinium* (D. *consolida, ajacis*, etc.), et à un seul tégument dans les *Thalictrum, Anemone, Hepatica, Ranunculus*

Au sujet de la forme des ovules, on peut considérer trois types principaux reliés entre eux par des états intermédiaires. Ces trois formes qui font désigner les ovules sous les noms d'*O. Orthotrope, O. Campylotrope, O. Anatrope* (fig. 237 à 239) s'observent soit directement en examinant les ovules à la loupe, soit au moyen de coupes longitudinales lorsque leur grosseur le permet. Les ovules orthotropes chez lesquels le

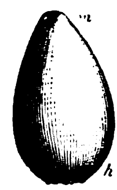



Fig. 237. — Ovule orthotrope de Rhubarbe. *h*, hile, *m*. — Micropyle.

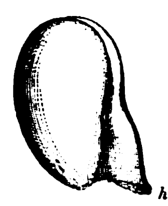



Fig. 238. — Ovule anatrope d'Hellébore fétide.

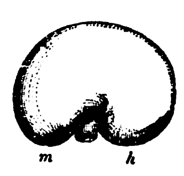



Fig. 239. — Ovule campylotrope de Haricot.

micropyle est directement opposé au point d'attache se rencontrent chez les *Polygonum, Hydrocharis*, Urticées, Juglandées, Pipéracées, etc. (fig. 237). Les ovules anatropes où le micropyle est voisin du hile et où le faisceau vasculaire du funicule longe un côté de l'ovule s'observent chez les Cucurbitacées, Iridées, Liliacées, *Impatiens, Viola*, etc. (fig. 238). Enfin, les ovules campylotropes dans lesquels le micropyle et la chalaze sont voisins, vu le développement unilatéral de l'ovule, s'observent chez les Crucifères, Chénopodées, Caryophyllées, Solanées, etc. (fig. 239).

### § 5. DÉVELOPPEMENT DE L'OVAIRE. — PÉRICARPE.

L'ovaire, en se développant, constitue le péricarpe qui est formé, par suite, de trois enveloppes, dont les noms sont de dehors en dedans : *Epicarpe, Mésocarpe, Endocarpe*.

Par les coupes sur les fruits, on constate des modifications dans la structure de l'ovaire, qui ont été amenées par le développement. Dans les fruits charnus en particulier, le mésocarpe, qui représente le parenchyme médian de la paroi ovarienne, montre de grandes cellules à parois minces, parcourues par des faisceaux fibro-vasculaires réduits aux trachées. Dans les fruits à noyau, le noyau est formé par l'endocarpe lignifié, et dans les Aurantiacées, où l'endocarpe reste très mince, il

porte des poils glanduleux qui se remplissent d'un liquide sucré, qui les gonfle. On voit par là combien sont variées les modifications subies par la paroi ovarienne dans le cours de son développement. Nous rappellerons encore à ce sujet les fruits des Ombellifères qui se distinguent par l'apparition dans le fond des sillons qui marquent leur surface, de canaux résineux, souvent très nombreux, et qui ont été décrits sous le nom de bandelettes (voir page 184 et suiv.).

## § 6. DÉVELOPPEMENT DE L'OVULE. — SAC EMBRYONNAIRE. — GRAINE.

Pour étudier le développement des ovules, on doit faire des coupes, ou même les observer directement si leur transparence le permet (*Monotropa*, *Pyrola*, Orchidées).

**Sac embryonnaire.** — Le sac embryonnaire se développe de la façon suivante : une des cellules sous-épidermiques du nucelle, généralement celle qui répond au sommet de l'organe, se divise en deux cellules filles dont l'interne est la cellule mère du sac embryonnaire tandis que l'externe forme par divisions successives une assise dite *calotte*, interposée à l'épiderme et à la cellule du sac.

Cette dernière devient rarement d'une manière directe le sac embryonnaire (*Lilium*, *Tulipa*). Le plus souvent elle se divise en un certain nombre de cellules filles dont une seule en général se développe en sac embryonnaire. Les autres disparaissent résorbées, après avoir persisté plus ou moins longtemps et manifesté chez certaines espèces des tendances à former des sacs embryonnaires accessoires.

**Formation de l'Oosphère.** — Le sac embryonnaire complètement développé consiste donc en une grande cellule avec noyau.

Chez les *Angiospermes*, le noyau entre bientôt en division et les deux noyaux ainsi formés se portent chacun aux deux extrémités opposées du sac. Là ils forment de part et d'autre, par bipartitions répétées, quatre noyaux; en tout, il y a donc dans le sac huit noyaux, dans la généralité des cas. De ces huit noyaux les deux plus rapprochés des deux groupes traversent la cavité du sac embryonnaire, vont à la ren-

contre l'un de l'autre et se fusionnent pour former le noyau secondaire du sac. Il reste donc trois noyaux en bas et trois en haut. Les trois premiers s'entourent d'une couche de protoplasme et deviennent les cellules *antipodes*. Des trois supérieurs les deux plus proches de la surface ne jouent qu'un rôle accessoire dans la formation de l'œuf et portent le nom de *Synergides*, le troisième est l'oosphère, qui deviendra l'embryon.

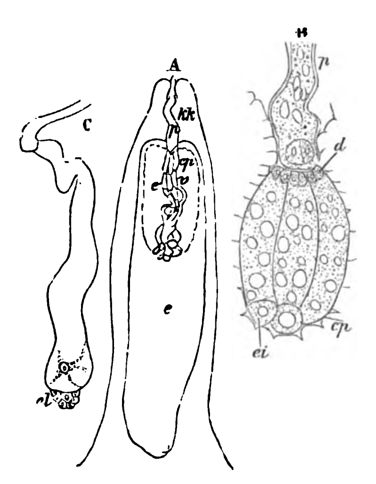



Fig. 240. — *Juniperus communis*, d'après M. Hofmeister. — A. Section longitudinale du nucelle *kk*. — *e*. L'endosperme. — *e'*. Région ramollie de l'endosperme. — *p*. Tube pollinique. — *cp*. Les corpuscules. — *v*. Les proembryons. Commencement d'août. — B. Trois corpuscules rapprochés. Dans deux, l'oosphère fécondée *ei* occupe l'extrémité inférieure. — *d*. Cellules operculaires formant le col de l'archégone. — *p*. Tube pollinique. 28 juillet. — C. Extrémité inférieure d'une des séries longitudinales des cellules du proembryon, avec le début d'embryon *el*.

Chez les *Gymnospermes*, les choses se passent différemment. Huit noyaux se forment également aux dépens du noyau du sac embryonnaire, mais la division ne s'arrête pas là. Elle continue et bientôt les nombreux noyaux nés de ces divisions forment une double assise à la périphérie du sac embryonnaire. Puis par *cloisonnement multiple* (voir page 273) cette assise de noyaux forme une double assise de cellules qui envahit bientôt tout le sac embryonnaire et le remplit d'un tissu appelé *endosperme*. Toutefois les cellules supérieures de l'assise la plus externe n'ont pas participé à cette formation. Elles se distinguent par leur volume plus grand, et sont les cellules mères des *corpuscules* (corps comparables aux archégones des Cryptogames). En effet, chacune de ces cellules, après avoir grandi notablement, se divise au voisinage du sommet en une petite cellule (fig. 240, B, *d*) qui occupe ce sommet et, par division, formera le col de l'archégone, qui se composera alors de quatre à huit cellules. La cellule inférieure est la cellule

centrale de l'archégone; son protoplasma est rempli de vacuoles (Strasbürger) (1) avant la fécondation; après l'action de la matière fécondante, une cellule (*ei*) se sépare à la partie inférieure de la grande cellule centrale. C'est l'oospore, qui par des divisions forme un corps ou proembryon, composé de trois à quatre étages de cellules superposées. Les cellules de l'étage supérieur (*Taxus*, *Juniperus*) ou de l'étage moyen (Abiétinées) venant à s'allonger considérablement, le fond de la cellule centrale se déchire, et ces cellules se développent en longs tubes (fig. 240, A, *v*) qui pénètrent dans la partie ramollie de l'endosperme.

Chez les Abiétinées et les Cupressinées, chacun de ces tubes produit à son extrémité un commencement d'embryon (fig. 239, C, *el*); chez les *Taxus*, ces tubes demeurent réunis et ne forment à leur sommet qu'un seul embryon. Ainsi donc dans la généralité des Gymnospermes, chaque corpuscule peut à lui seul développer plusieurs embryons.

## § 7. GRAINE.

Les *enveloppes* de la Graine (Testa et Tegmen) sont de structure très diverse et sembleraient (2) ne pouvoir être considérées en général comme parties correspondant aux enveloppes (primine et secondine) de l'ovule. Quoi qu'il en soit, l'enveloppe externe de la Graine se fait souvent remarquer par des épaississements dans ses cellules, qui deviennent même quelquefois très allongées perpendiculairement à la surface de la graine.

L'*albumen* (3) offre également un sujet d'étude intéressant, et présente des variations nombreuses. Tantôt très volumineux, ses cellules sont remplies d'amidon, d'huile, d'aleurone, etc. Ailleurs, il devient *corné*, par suite de l'épaississement souvent considérable des parois de ses cellules (*Ombellifères*, *Phytele-*

(1) Strasbürger, *Die Befruchtung bei den Coniferen*, Iéna, 1869, et *Die Coniferen und die Gnetaceen*, Iéna, 1872.

(2) Bertrand, *Comptes rendus*. — Poisson, *Bull. Soc. Bot.* 1878. — Baillon, *Revue internationale des sciences*. N° 2. 1878.

(3) Voir pour le développement de l'albumen, p. 73.

*phas macrocarpa*, etc.). Lorsqu'on ne retrouve aucune trace d'albumen dans la graine mûre (Orchidées nombreuses, Légumineuses, etc.), c'est qu'il a été absorbé tout entier par l'embryon en développement. D'autres plantes, au contraire,

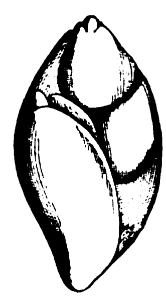


Fig. 241.

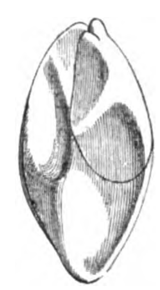


Fig. 242.

Graine d'oranger divisée en 2 parties pour montrer qu'il y a plusieurs embryons.

présentent deux albumens concentriques. L'extérieur provient alors d'une portion persistante du nucelle (*albumen nucellaire*) qui devient le siège d'un accroissement spécial et d'un dépôt de matières amylacées ou oléagineuses. On trouvera des exemples de ce double albumen chez les Nymphéacées, les Zinzibéracées et les Pipéracées.

Quant à l'*embryon*, il est bon de le séparer de la graine

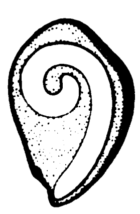


Fig. 243. — Coupe d'une graine d'oignon.

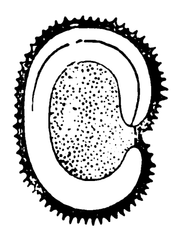


Fig. 244. — Graine de Nielle des blés coupée en long pour montrer l'embryon entourant l'albumen.

pour l'étudier. Dans certaines graines (Aurantiacées, fig. 241 et 242), on trouvera plusieurs embryons développés dans chaque graine. La présence ou l'absence (*Cuscutes*, *Monotropa*, *Hydnora*, *Rafflesia*, Orchidées, etc.) des cotylédons, leur nombre, leur arrangement réciproque; la situation de l'embryon

dans l'albumen (intraire) ou au dehors (extraire) (fig. 243 et **244**), seront autant de questions à étudier.

La forme de l'embryon offre de nombreuses variations : tantôt droit, tantôt courbé en arc, ou encore enroulé en spi-



**Fig. 245. — Embryon du Pastel des teinturiers. Les cotylédons sont *incombants*.**

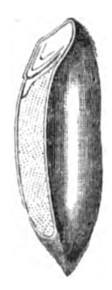


**Fig. 246. — Coupe de la caryopse du blé. Embryon extraire.**

rale (*Cuscute*), il peut être plié en deux de telle sorte que la tigelle vient s'appliquer parallèlement aux cotylédons, soit sur le dos de l'un d'eux (cotylédons *incombants*, fig. **245**), soit sur leur commissure (cotylédons *accombants*). Nous ne pouvons que signaler ces diverses questions, qui ne rentrent pas dans le plan général de notre ouvrage.

# HISTOLOGIE ANIMALE

---

## CHAPITRE XII

### TISSUS (1)

—

ART. 1.

### Technique.

Les tissus animaux, comme les tissus végétaux, sont essentiellement constitués par des éléments qui dérivent plus ou moins directement de cellules. Les tissus, chez les très jeunes embryons, consistent en effet uniformément en cellules dites embryonnaires qui naissent des segmentations du vitellus. C'est par des différenciations ultérieures de ces cellules embryonnaires que se forment les éléments des tissus de l'adulte.

Pour étudier les éléments anatomiques ou les tissus animaux, il est nécessaire de suivre certaines méthodes que nous allons brièvement exposer. Nous ne reviendrons pas sur les procédés généraux qui ont été exposés (page 34 et suivantes). Ces procédés s'appliquent aux animaux comme aux végétaux. Nous indiquerons seulement quelques réactifs et certaines méthodes de durcissement et d'enrobage pour les coupes, qui sont plus spécialement applicables aux tissus animaux. Ces coupes se font au moyen des microtomes, et les catalogues des constructeurs offrent un grand nombre de modèles de ces

(1) Nous donnons ici quelques notions succinctes sur les éléments anatomiques et sur les tissus. Pour plus de détails, nous renvoyons aux auteurs classiques tels que : G. Pouchet et Tourneux, *Précis d'histologie humaine et d'histogénie;* Ranvier, *Technique microscopique.*

instruments, parmi lesquels nous signalerons comme un des derniers progrès accomplis dans ce genre le microtome de Roy, modifié par Malassez, qui permet de faire des coupes sous l'eau alcoolisée (1). Ces instruments n'ont d'autre inconvénient que d'être d'un prix assez élevé. Ils ont par contre le grand avantage de permettre d'obtenir facilement des séries continues de coupes qu'il suffit d'aligner sur les lames de verre et de monter ensuite pour l'observation.

## § 1. VÉHICULES.

S'il s'agit d'éléments ou de tissus que l'on désire examiner *vivants*, le véhicule dans lequel on les observera doit être *indifférent*, c'est-à-dire incapable de les modifier de quelque façon que ce soit. Sous ce rapport, l'eau est, d'une manière à peu près générale, un véhicule absolument défectueux. L'eau, en effet, altère profondément les tissus; elle gonfle les cellules, les déforme et les tue rapidement. Il faut avoir recours aux humeurs de l'organisme, telles que le sérum du sang, l'albumine d'œuf additionnée d'eau, l'humeur vitrée, ou encore à l'eau salée. On emploie aussi avec avantage l'*iodsérum*, véhicule qui se prépare en ajoutant à 100 grammes de liquide amniotique de brebis 1 gramme d'une solution obtenue en mélangeant 1 gramme de solution alcoolique d'iode dans 10 grammes de liquide amniotique.

S'il s'agit, non plus de tissus vivants, mais de tissus traités par les réactifs puis dissociés ou durcis et coupés, le véhicule le plus usité est la glycérine. Mais on ne doit pas l'employer pure, il faut l'additionner d'un tiers d'eau distillée ou mieux d'eau camphrée qui préserve des moisissures. La conservation des préparations dans la glycérine est pour ainsi dire indéfinie, si l'on a soin de les passer en revue de temps en temps pour remplacer la glycérine qui a pu accidentellement s'échapper par les bords de cellules mal closes.

On conseille encore le baume de Canada pour monter les

(1) Signalons aussi les microtomes réfrigérants, disposés de manière qu'en pulvérisant de l'éther à la partie inférieure de la platine, on détermine la congélation de la pièce à couper.

coupes. Ce véhicule, très apprécié par beaucoup d'histologistes, a l'inconvénient, lorsque les coupes qu'on y renferme sont très minces, d'en faire disparaître beaucoup de détails. Néanmoins son emploi est commode, parce qu'il n'y a plus jamais à s'occuper des préparations une fois qu'elles ont été bien faites. Voici comment on procède, lorsqu'il s'agit de monter une coupe dans le baume :

La coupe ayant été reçue dans l'eau alcoolisée, lorsqu'elle vient d'être faite, est abandonnée pendant un certain temps dans l'eau pure, si elle doit être colorée par des matières colorantes qui précipitent en présence de l'alcool, comme c'est le cas pour le picro-carmin. Lorsque les coupes sont bien débarrassées de l'alcool, on les colore, on les lave par un courant d'eau distillée, et on les fait passer successivement dans deux ou trois bains d'eau alcoolisée de plus en plus riches en alcool. Finalement, on les plonge dans l'alcool absolu. Lorsqu'elles sont complètement déshydratées, on les enlève du bain d'alcool, on les laisse sécher un instant et on les rend transparentes en les plaçant dans une cuvette renfermant de l'essence de girofle. Cela fait, on les monte dans le baume. Cette dernière opération se pratique aujourd'hui très aisément de la manière suivante : on se procure du baume de Canada pur, que l'on vend renfermé dans des tubes métalliques analogues à ceux dans lesquels on enferme les couleurs dont se servent les peintres. En pressant légèrement sur le tube, on fait tomber une goutte de baume au milieu d'une lame porte-objet. On laisse cette goutte s'étendre un peu et on place au milieu la coupe que l'on veut enfermer. D'autre part, on dépose de même une goutte de baume sur un couvre-objet et on place avec soin ce porte-objet sur la coupe. On comprime *légèrement* avec un compresseur quelconque, de manière qu'il ne reste pas d'air entre les deux lames de verre, et on laisse sécher.

Le procédé que nous venons d'indiquer est applicable aux coupes faites dans la moelle de sureau ou dans la celloïdine (voir plus loin). La celloïdine en effet est tellement transparente que les parcelles qui restent attachées aux coupes ne sont d'aucune gêne. Mais s'il s'agit de coupes faites sur des pièces montées dans la paraffine, il faut, avant toute autre opé-

ration, les débarrasser de la paraffine. On y arrive facilement en les abandonnant quelque temps dans un bain de xylol.

### § 2. RÉACTIFS DURCISSANTS, FIXATIFS, DISSOCIANTS. — COUPES.

Lorsqu'on veut examiner un tissu et procéder à des coupes, il est nécessaire de le *fixer* d'abord, puis de le *durcir* pour l'amener à une consistance qui permette au rasoir de le couper facilement. Si le tissu est de l'os ou de la dentine, il faut le décalcifier.

**Réactifs fixatifs et durcissants.** — Fixer, c'est traiter par un réactif qui agit sur les éléments du tissu en les fixant, d'une manière définitive, dans l'état où ils se trouvent au moment où le réactif est employé. L'*alcool absolu* est un excellent agent de fixation et de durcissement.

L'*acide osmique* concentré est certainement le réactif qui donne les meilleurs résultats; mais on doit, en l'employant, prendre de grandes précautions et éviter d'en respirer les vapeurs. L'acide osmique est également un réactif colorant, et est employé comme tel en solution à 1 ou 2 p. 100. Il colore en noir violet les corps gras et la myéline des nerfs. Cette coloration en noir des tissus par l'acide osmique en fait parfois rejeter l'emploi par ceux qui n'y sont pas habitués. En réalité, si l'on a soin d'arrêter l'action du réactif avant que le tissu ait pris une teinte foncée, on obtient des pièces en excellent état de fixation et qui donnent les meilleurs résultats à l'observation.

L'acide *chromique*, le *bichromate de potasse*, etc., sont des réactifs durcissants lorsqu'on les emploie à la dose de 2 à 3 p. 1000; à dose beaucoup plus faible, ils constituent des dissociants.

Le *liquide de Kleinenberg* est souvent employé pour durcir et décalcifier les tissus. Il se prépare de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| Solution concentrée d'acide picrique, à froid. | 100 vol. |
| Acide sulfurique fort........................ | 2 vol. |

Lorsque le corps que l'on veut fixer renferme de la chaux, on substitue l'acide azotique à l'acide sulfurique. Le sulfate de chaux que formerait l'acide sulfurique étant insoluble se déposerait dans les tissus,

tandis que l'azotate de chaux restera dissous dans les liqueurs (Henneguy).

Une solution alcoolique concentrée de *bichlorure de mercure* fixe et durcit bien un grand nombre de tissus.

**Réactifs dissociants.** — Nous avons parlé plus haut du pouvoir dissociant de l'acide chromique et des chromates employés en solution très faible.

La *liqueur de Müller* (1) à base de bichromate de potasse est par excellence le réactif dissociant. Elle se prépare de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| Eau.......................... | 100 gr. |
| Bichromate de potasse........ | 2 gr. |
| Sulfate de soude.............. | 1 gr. |

**Coupes.** — Lorsqu'on est arrivé, au moyen de l'un des réactifs durcissants que nous venons d'indiquer, à obtenir un tissu d'une consistance ferme, sans être trop dure, il s'agit, avant de pratiquer les coupes, d'enrober la portion de tissu à couper dans une substance qui la pénètre, remplisse les vides qu'elle laisse et en fasse un tout homogène.

Nous avons indiqué p. 41 et suivantes la méthode à suivre pour enrober dans la paraffine et dans la gomme. Nous allons donner le procédé usité pour monter les tissus dans la *celloïdine*.

On fait dissoudre de la celloïdine dans un mélange, à parties égales, d'alcool et d'éther, en telles proportions qu'on obtienne un liquide de consistance huileuse. On y plonge de petits morceaux du tissu à couper, et on les y laisse 24 à 48 heures. Au bout de ce temps, on les retire et on les place dans une solution de celloïdine beaucoup plus forte, de consistance sirupeuse. Au bout de 24 heures, on verse cette solution et le morceau de tissu qu'elle contient dans une petite cuvette en papier que l'on plonge dans de l'alcool très faible, puis, au bout de quelques heures, dans de l'alcool à 60°, et enfin dans de l'alcool à 90°. La celloïdine a pris alors une consistance très favorable pour les coupes, et si le tissu qui y est encastré a été lui-même

(1) On n'oubliera pas que l'emploi des sels chromiques est un obstacle aux colorations, qui s'opèrent très difficilement par la suite.

convenablement durci au préalable, on obtiendra facilement des coupes extrêmement fines, dont les parties les plus délicates et les plus ténues resteront unies entre elles par la celloïdine interposée. Si le tissu n'a pas été coloré en masse avant d'être enrobé, on colorera les coupes, puis on les traitera comme il a été dit plus haut et on les montera.

On emploie encore, pour enrober les tissus, le *collodion* dans lequel on les plonge pendant un temps variable avec la nature de l'objet. Il suffit de laisser évaporer spontanément le collodion jusqu'à la consistance voulue pour pratiquer les coupes.

## § 3. RÉACTIFS COLORANTS.

Aux réactifs colorants dont il a été question p. 42 et suivantes, nous ajouterons les suivants, qui sont d'un emploi très fréquent en histologie animale :

L'*azotate d'argent*, surtout employé pour dessiner nettement les cellules épithéliales des séreuses. Il possède en effet la propriété de se réduire au niveau de leurs interstices. Voici comment on opère, sur une membrane séreuse par exemple :

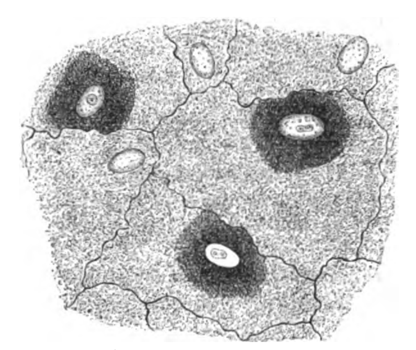


Fig. 247. — Épithélium péritonéal du Triton traité par le nitrate d'argent. Les limites des cellules sont marquées par une fine ligne noire ; de plus, le corps cellulaire, autour du noyau, a été le siège d'un abondant dépôt d'argent.

On étale cette membrane bien fraîche sur une plaque de liège et on la tend avec des épingles ; on fait passer sur sa surface un courant d'eau distillée, puis on imprègne, c'est-à-dire qu'on fait couler sur la membrane une solution à 3 p. 1000 de nitrate d'argent. On opère à la lumière diffuse par un jour de soleil, et lorsqu'on voit que la surface a pris une teinte suffisamment foncée, on plonge dans une solution d'hyposulfite de soude et, après quelques instants, on lave à l'eau distillée. Si l'opération a été bien conduite, l'examen microscopique montre les limites des cellules épithéliales marquées par une très fine ligne d'un noir intense, produite par la réduction du nitrate d'argent.

*Chlorure d'or.* — Ce réactif est ordinairement employé en solution à 1 p. 100. Les tissus que l'on veut colorer doivent au préalable être acidifiés légèrement par une solution d'acide acétique. Le chlorure d'or colore en violet les éléments anatomiques. Il est principalement employé pour suivre les extrêmes ramifications des tubes nerveux.

*Teinture d'iode.* — Colore en brun les cellules; elle est le réactif de la matière glycogène qu'elle colore en jaune brunâtre.

**Carmins.** — 1° *Carmin ammoniacal.*

2° *Carmin aluné.* — Se prépare de la manière suivante (Tangl) :

Solution saturée d'alun.
Carmin pulvérisé.

Faire bouillir pendant 10 minutes et filtrer.

3° *Picro-carmin.* — Ce réactif, l'un des plus usuels, se prépare comme suit : on broie du carmin dans un mortier de porcelaine et on y verse de l'ammoniaque de manière à le dissoudre complètement. On ajoute de l'eau distillée et on sature avec de l'acide picrique en excès. Au bout d'un assez long temps, l'ammoniaque est complètement saturée. On filtre alors et on laisse la solution obtenue dans un vase à large ouverture, qu'on a soin de ne pas boucher. Au bout d'un certain temps, un dépôt se forme. On décante, on filtre et l'on conserve dans des flacons bien bouchés. A la longue, un nouveau dépôt se forme. Aussi doit-on filtrer encore. Un bon picro-carmin doit être d'un beau rouge-brique et n'avoir aucune odeur ammoniacale. Celui qui est de préparation ancienne est le meilleur; pour empêcher le développement de moisissures, on met un morceau de camphre dans le flacon où on le conserve.

**Hématoxyline.** — Le procédé suivant, indiqué par Grenacher, donne un très bon réactif :

| | |
|---|---|
| Solution saturée d'hématoxyline cristallisée, dans l'alcool | 4 cc. |
| Solution saturée d'alun ammoniacal | 150 cc. |

Exposer à la lumière pendant huit jours et filtrer. — Ajouter :

| | |
|---|---|
| Glycérine | 25 cc. |
| Alcool méthylique | 25 cc. |

**Purpurine.** — La purpurine est un extrait de garance qu'on emploie pour colorer certains éléments :

| | |
|---|---|
| Eau | 200 gr. |
| Alun | 1 gr. |

Faire bouillir et ajouter une petite quantité de purpurine. Quand celle-ci est dissoute, on filtre et on ajoute :

| | |
|---|---|
| Alcool | 50 gr. |

Le liquide ainsi obtenu est dichroïque et d'une belle couleur orangée. Il se conserve peu de temps et doit être employé récemment préparé.

**Couleurs d'aniline.** — Les couleurs d'aniline, fuschine, bleu d'aniline, violet de Paris, violet de méthyle, vert de méthyle, etc., s'emploient le plus souvent en solutions alcooliques plus ou moins concentrées suivant le besoin. Elles peuvent aussi être employées en solution aqueuse avec ou sans addition d'alcool. Ainsi :

La *fuschine* se prépare de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| Fuschine | 2 gr. |
| Alcool | 15 |
| Eau | 85 |

La *solution de Magenta* (Gibbes) :

| | |
|---|---|
| Magenta | 2 |
| Huile d'aniline | 3 |
| Alcool | 20 |
| Eau distillée | 20 |

Pour le *vert de méthyle*, en solution alcoolique ou en solution aqueuse, il faut additionner d'acide acétique, environ 1 à 2 p. 100.

On n'oubliera pas, dans l'emploi des couleurs d'aniline, que ces couleurs sont solubles dans l'alcool et que dès lors les pièces colorées doivent, dans les diverses manipulations qu'elles ont à subir, n'être mises en contact qu'avec de l'alcool contenant de la matière colorante. On utilise d'ailleurs cette propriété décolorante de l'alcool lorsqu'on veut rendre apparents certains détails. Ainsi, après avoir coloré un tissu, un lavage rapide à l'alcool enlève la matière colorante aux parties qui la retiennent moins énergiquement et ne laisse colorées que celles qui ont pour elle une grande affinité. Ces lavages, pour donner des résultats, nécessitent de la part de l'opérateur une certaine habileté.

ART. 2.

## Tissus conjonctifs (1).

On groupe sous ce nom diverses variétés de tissus, qui ont ce caractère commun d'être formés de cellules plongées dans une substance amorphe intermédiaire, le plus souvent parcourue par des fibres de nature diverse. Parmi les tissus conjontifs, nous citerons :

Le tissu lamineux,
Le tissu adipeux,
Le tissu cartilagineux,
Le tissu osseux.

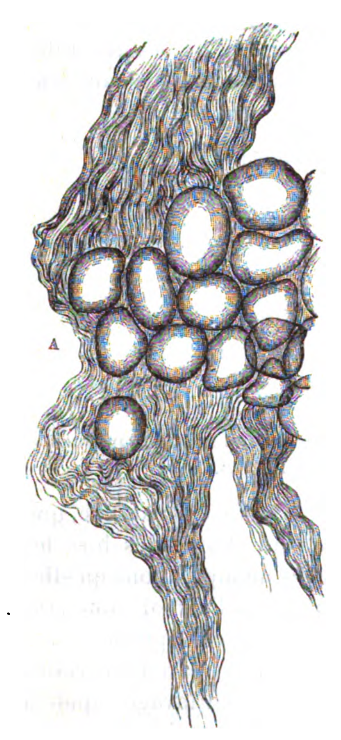



Fig. 248. — Tissu conjonctif lâche de l'homme renfermant des cellules adipeuses. Grossissement de 850 diamètres (Kölliker).

### § 4. TISSUS LAMINEUX ET ADIPEUX.

Le tissu lamineux ou cellulaire est le tissu interposé à la plupart des organes du corps. Les éléments qui le forment sont : des cellules fibro-plastiques, des fibres lamineuses, des fibres élastiques et de la matière amorphe.

Les *cellules fibro-plastiques* sont des éléments fusiformes ou étoilés, à noyau ovoïde mesurant 6 μ de large sur 10 à 12 μ de longueur. La longueur des cellules varie avec celle de leurs prolongements et on ne saurait l'indiquer approximativement.

Les *fibres lamineuses* sont des éléments allongés, filiformes, que l'acide acétique gonfle con-

(1) Voir Pouchet et Tourneux, *loc. cit.*, ouvrage auquel nous empruntons largement dans ce résumé.

sidérablement jusqu'à les faire disparaître. Elles sont réunies en faisceaux ondulés, enchevêtrés les uns dans les autres.

Les *fibres élastiques* se distinguent des précédentes en ce que l'acide acétique ne les gonfle pas. Dans les préparations de tissu lamineux traitées par cet acide, elles apparaissent comme de très fines fibrilles, contournées sur elles-mêmes, parfois anastomosées. Elles peuvent, dans certains tissus, acquérir un diamètre assez considérable. Leur élasticité les caractérise également bien.

La *matière amorphe* du tissu lamineux présente une densité variable avec les variétés de tissu que l'on examine.

**Tissu adipeux.** — Il est formé des mêmes éléments que le tissu lamineux, dont il n'est qu'une modification.

On y trouve, en effet, des fibres lamineuses et des fibres élastiques, mais les cellules fibro-plastiques y sont devenues le siège d'un dépôt de matières grasses. Elles se sont alors gonflées jusqu'à former des vésicules mesurant 30 μ à 80 μ de diamètre. Ces vésicules sont limitées par une mince paroi, dernier vestige du corps cellulaire distendu, et dans laquelle on peut, après coloration, reconnaître le plus souvent la présence du noyau ovoïde.

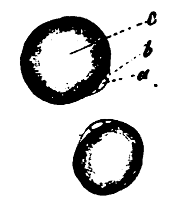



Fig. 249. — Deux cellules adipeuses de la moelle du fémur de l'homme. — *a*, noyau ; *b*, membrane de la cellule ; *c*, graisse. Gross., 350 (Kölliker).

Les vésicules adipeuses se colorent en noir intense par l'acide osmique, et prennent également bien les couleurs d'aniline. Dans le tissu adipeux, elles sont groupées en paquets parcourus par des capillaires qui s'anastomosent en réseau dont chaque maille est occupée par une vésicule.

## § 5. TISSUS CARTILAGINEUX ET OSSEUX (1).

**A. Tissu cartilagineux.** — Le tissu cartilagineux est formé d'une *substance fondamentale* amorphe, solide, élastique, de consistance cornée, creusée de cavités qui reçoivent le nom de *chondroplastes*. Ces chondroplastes sont occupés par des *cellules cartilagineuses*.

(1) Voir Pouchet et Beauregard, *Ostéologie comparée*. Masson, 1888.

Suivant les caractères que revêt la substance amorphe, on distingue les cartilages en *cartilages hyalins* et en *fibro-cartilages*. Dans les premiers, la substance amorphe est hyaline ou à peine granuleuse. Chez l'adulte cette espèce se rencontre dans la trachée, le nez, la trompe d'Eustache, etc. Les fibro-cartilages doivent leur nom à l'existence de fibres lamineuses, voire même de fibres élastiques qui se sont développées dans la substance fondamentale et lui enlèvent sa transparence. Comme types de fibro-cartilages, on peut citer ceux de l'oreille, de l'épiglotte, les disques intervertébraux, etc.

Les chondroplastes ou cavités creusées dans la substance fondamentale sont assez variables de forme : étoilés ou triangulaires sur la coupe, dans les cartilages fœtaux, ils sont lenticulaires à la périphérie des cartilages articulaires, arrondis et disposés par groupes dans la profondeur des mêmes organes. Les cellules cartilagineuses, renfermées dans les chondroplastes dont elles remplissent exactement la cavité, ont un noyau ovoïde qui renferme parfois des granulations et un nucléole. Elles se multiplient par segmentation et donnent lieu, de la sorte, à des familles de cellules qui peuvent s'entourer dans certains cas d'une sorte de coque ou *capsule* (cartilages costaux) assez épaisse, formée de couches concentriques plus ou moins opaques.

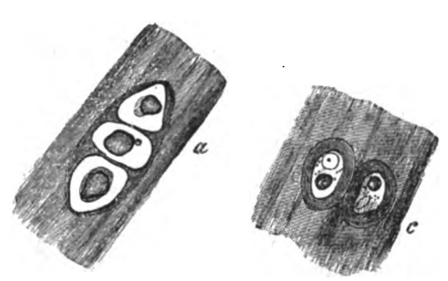


Fig. 250. — *a*, famille de 3 cellules cartilagineuses avec coque commune (cartilage costal) ; *c*, deux cellules enveloppées dans leur capsule propre (d'après Pouchet et Tourneux).

**Étude.** — Le cartilage, à cause même de sa consistance, est un des tissus qu'il est le plus aisé d'observer. Il suffit de faire des tranches minces avec un rasoir, et de traiter les tranches par la purpurine, qui colore les cellules sans altérer leur forme. Le picro-carmin peut également être employé comme matière colorante.

**B. Tissu osseux.** — Le tissu osseux est, comme le cartilage,

formé d'une substance fondamentale creusée de cavités ou *ostéoplastes*, renfermant des cellules osseuses.

La substance fondamentale, chimiquement différente de celle qui forme le cartilage, est formée d'*osséine* incrustée de sels calcaires. Elle est homogène, granuleuse et renferme des fibres (*fibres perforantes de Sharpey*) qu'on s'accorde aujourd'hui à considérer comme des faisceaux lamineux du tissu au milieu duquel s'est développé l'os. Ces fibres auraient été emprisonnées dans le cours de l'ossification.

Les *ostéoplastes* sont des cavités lenticulaires qui se distinguent particulièrement bien des chondroplastes par de

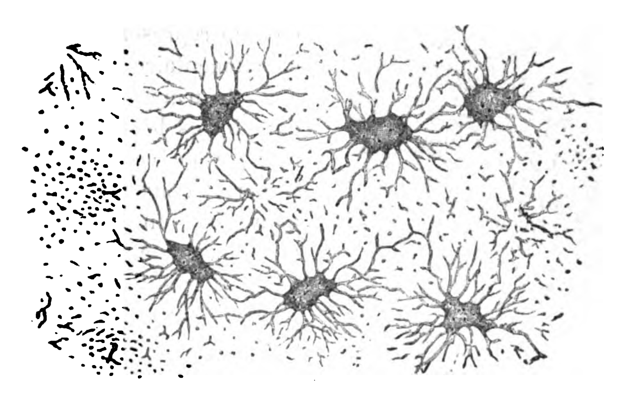


Fig. 251. — *Ostéoplastes*. — *a*, sections transversales de canalicules; *d*, canalicules s'anastomosant (d'après Pouchet et Tourneux).

nombreuses ramifications anastomosées, qui constituent pour chaque ostéoplaste de petits *canalicules* très fins se répandant dans la substance fondamentale et entrant en communication avec les canalicules des ostéoplastes voisins, ou avec les canaux de Havers.

Les *cellules osseuses* sont contenues dans les ostéoplastes, mais il est difficile de les mettre en évidence, et elles n'y apparaissent le plus souvent que comme un amas granuleux rétracté.

**Texture des os**. — Lorsqu'on examine au microscope des coupes faites sur un os décalcifié ou des tranches d'un os sec rendues très fines par usure sur la meule, on constate dans l'ar-

rangement de la matière fondamentale et des cellules osseuses une disposition constante (fig. 252). La substance osseuse et les ostéoplastes forment des cercles concentriques autour de cavités centrales. Ces cavités sont la section de canaux qui livrent passage à des vaisseaux et à des nerfs et qui ont reçu le nom de canaux de Havers. On peut concevoir chaque système de Havers avec son canal central, ses lamelles concentriques et ses canalicules, comme représentant un petit os élémentaire. L'organe entier est formé, principalement dans les os longs, d'un grand nombre de ces systèmes de Havers, concentriques eux-mêmes à un canal central considérablement développé, le canal médullaire.

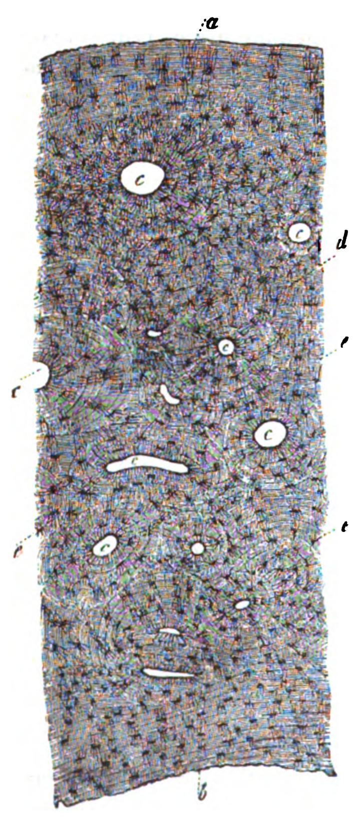



Fig. 252. — Segment d'une tranche horizontale d'un métacarpien. — *a*, *b*, systèmes de lamelles externes et internes ; *c*, canaux de Havers (d'après Pouchet et Tourneux).

C'est dans ce canal que siège la *moelle* formée d'une substance fondamentale dans laquelle siègent deux ordres d'éléments, les *médullocelles* et les *myéloplaxes*.

Les *médullocelles*, éléments fondamentaux de la moelle, sont rouges, vus en masse et mesurent 8 à 9 μ de diamètre. Ils renferment un noyau sphérique.

Les *myéloplaxes*, de couleur également rouge, sont des éléments de forme généralement arrondie, très grands et qui peuvent atteindre 100 μ de diamètre. Ces éléments renferment ordinairement de nombreux noyaux. — Avec l'âge, la moelle s'enrichit d'une grande quantité de graisse.

**Étude.** — Pour étudier les os, on fait des tranches d'os sec ou frais, que l'on amincit à la lime, puis que l'on polit à l'émeri, et au rouge d'Angleterre, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une lame excessivement mince. Si l'os est frais, il suffit de placer cette lame dans l'huile et de l'examiner au microscope, pour voir les ostéoplastes et leurs canalicules apparaître colorés en noir intense. Cette teinte est due au dégagement d'un gaz dans ces cavités. On peut encore colorer les ostéoplastes par le bleu d'aniline en plongeant une coupe d'os dans une solution alcoolique de la matière colorante. On évapore ensuite jusqu'à dessiccation. Puis la coupe est lavée et montée dans l'eau salée (1 à 2 de sel p. 100) pour éviter la dissolution de l'aniline (Ranvier).

Un autre procédé d'examen des os consiste à les décalcifier dans l'acide picrique concentré ou dans l'acide chromique à 3 p. 1000, puis à enrober et pratiquer des coupes. Cette décalcification s'opère assez lentement et les liquides doivent être renouvelés fréquemment. On emploiera aussi avec avantage pour la décalcification le liquide de Kleinemberg (voir page 371).

## Art. 3.

## Tissus musculaires.

On distingue trois variétés principales de tissu musculaire : 1° le muscle strié; 2° le muscle lisse; 3° le muscle du cœur. Disons de suite que ce dernier se distingue principalement du muscle strié par l'absence de myolemme (1).

A. **Muscles striés.** — Ces muscles, qui sont ceux de la vie volontaire, et qui forment ce qu'on nomme communément la viande, sont constitués par des filaments dits *fibres* ou *faisceaux striés* que l'on peut, par dissociation, décomposer assez facilement en leurs éléments, les fibrilles musculaires. Dans le muscle, les faisceaux striés sont enveloppés d'une mince gaine

(1) Les muscles thoraciques, ou *muscles jaunes* des Crustacés et des Insectes, sont également dépourvus de myolemme. De plus, chez les Insectes, la matière amorphe dans laquelle sont plongées les fibrilles est parsemée de gouttelettes de couleur jaune.

dite *sarcolemme* ou *myolemme* à la face interne de laquelle se voient des noyaux ovoïdes qui mesurent chez l'homme 10 μ de longueur sur 5 μ de largeur.

Lorsqu'on examine au microscope une fibre musculaire, on y distingue deux ordres de stries; les unes sont longitudinales, les autres sont transversales. Ce sont ces dernières qui ont valu au muscle le nom de muscle strié. Les stries longitudinales paraissent n'être autre chose que la projection optique des plans de contact des fibrilles qui forment la fibre (Pouchet et Tourneux). — Quant aux stries transversales, elles résultent de la structure même des fibrilles. Celles-ci en effet sont des filaments mesurant moins de 1 μ d'épaisseur, et qui sont formés de disques superposés, alternativement clairs et obscurs. C'est l'alternance de ces parties claires et foncées qui donne lieu à la striation.

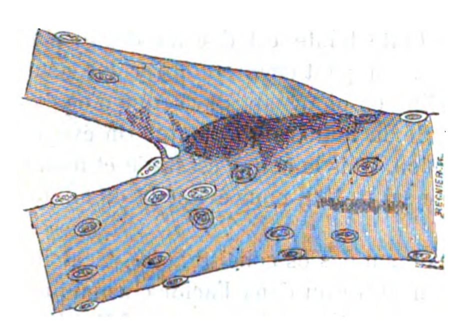


Fig. 253. — Faisceaux striés de l'Axolotl avec les noyaux du myolemme (d'après Pouchet et Tourneux).

**Étude.** — Pour arriver à dissocier aisément les fibres musculaires et à observer les fibrilles, il faut avoir recours aux réactifs durcissants tels que l'alcool, l'acide chromique, le bichromate de potasse. L'acide picrique donne également de bonnes dissociations. Si aux réactifs précédents on substitue l'emploi de l'acide chlorhydrique étendu, ou celui de l'acide acétique, la fibre striée ne se divise plus longitudinalement en fibrilles; elle se clive transversalement en disques (disques de Bowmann) qui ne sont d'ailleurs qu'un artifice de préparation.

Pour bien voir les noyaux du myolemme, il faut recourir aux réactifs qui font disparaître ou atténuent les stries longitudinales. Le moyen indiqué par Pouchet et Tourneux consiste à colorer une fibre musculaire à l'état frais par le picrocarmin, et à la traiter ensuite par l'acide acétique.

Le myolemme n'est pas coloré par la plupart des réactifs colorants; pour l'observer il faut faire les dissociations dans l'eau, sur lesquelles des lambeaux de myolemme se verront détachés des fibres et plus ou moins soulevés par la pénétration de l'eau entre le myolemme et son contenu.

**B. Muscles lisses.** — Les muscles lisses (muscles de la vie végétative ; paroi intestinale par ex.) sont formés d'éléments particuliers connus sous le nom de fibres-cellules ou fibres lisses. Ce sont de longues cellules fusiformes, larges de 6 μ et mesurant environ 50 μ de longueur (1), qui renferment en leur milieu un noyau en bâtonnet proportionnellement très allongé (fig. 254).

**Étude.** — Le *gras-double* (estomacs de bœuf trempés dans l'eau bouillante) est particulièrement recommandé pour l'étude des fibres-cellules. La dissociation se fait facilement.

D'une manière générale, l'acide azotique du commerce étendu de 10 fois son poids d'eau est le dissociant par excellence du muscle lisse; mais le noyau est plus ou moins altéré.

On distinguera les fibres-cellules des fibres lamineuses à la coloration très faible qu'elles prennent lorsqu'on les traite par le picro-carmin, ou encore à la coloration très forte qu'elles prennent par la purpurine qui colore à peine les éléments du tissu conjonctif (Pouchet et Tourneux).

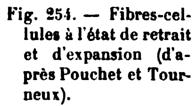


Fig. 254. — Fibres-cellules à l'état de retrait et d'expansion (d'après Pouchet et Tourneux).

(1) Dans l'utérus gravide et dans la vessie, les dimensions des fibres-cellules sont considérables. Elles mesurent jusqu'à 12 μ de largeur sur 300 à 500 μ de longueur.

ART. 4.

## Tissus nerveux.

Deux éléments principaux rentrent dans la composition de la substance nerveuse : ce sont les cellules nerveuses et les tubes nerveux.

**A. Cellules nerveuses.** — Les cellules nerveuses, connues encore sous le nom de *cellules ganglionnaires*, sont caractérisées par des prolongements parfois très étendus. La forme du corps cellulaire est très variable, suivant la région du système nerveux que l'on observe. Il renferme un noyau sphérique ou ovoïde qui se détache nettement sur le fond grisâtre de l'élément. Ce noyau, qui dans les petites cellules mesure 3 à 4 μ de diamètre, peut atteindre 18 μ dans les plus grandes. Un nucléole brillant se voit en son centre. Quant aux prolongements du corps cellulaire, ils varient de nombre suivant la grosseur de l'élément et avaient fait autrefois diviser les cellules nerveuses en : *unipolaires*, *bipolaires* et *multipolaires* d'après le nombre des prolongements. Ils sont ramifiés et vont en s'amincissant. Parmi ces prolongements, il en existe un, pour chaque cellule, qui se distingue à la fois par ses caractères physiques, par l'absence de ramifications et par sa direction. Il est nommé *prolongement axile* ou de *Deiters* et formé d'une substance plus réfringente et qui se colore mieux par le carmin, que celle qui constitue les autres prolongements. Les bords sont parallèles et non convergents, comme chez ces derniers. Il a assez bien la forme d'un ruban aplati épais de 1 à 2 μ sur 3 μ de large. C'est lui qui va constituer le *cylindre d'axe* (voir plus loin) des tubes nerveux.

Les plus grosses cellules nerveuses sont celles des cornes antérieures de la moelle. Elles mesurent de 67 à 135 μ de diamètre. Leur forme est polyédrique, leurs prolongements sont nombreux.

Les cellules nerveuses sont l'élément fondamental de la *substance grise*. Elles y sont accompagnées des *myélocytes*, petites cellules remplies par un noyau aux deux pôles duquel

elles se prolongent en un mince filament. Ces myélocytes pour être observés nécessitent l'emploi de quelques précautions, sans lesquelles on n'aperçoit que les noyaux. Le traitement par le chlorure d'or donne de bonnes préparations.

**B. Tubes nerveux.** — Le tube nerveux est l'élément fondamental de la *substance blanche* des centres céphalo-rachidiens. Il se compose d'un prolongement de Deiters qui prend le nom de cylindre d'axe et qu'enveloppe une substance spéciale appelée *myéline*. — Dans les nerfs périphériques, une troisième partie s'ajoute aux précédentes, c'est la *gaine de Schwann* qui entoure la myéline. Cette gaine présente des noyaux disposés de distance en distance, à espaces réguliers.

**Étude.** — Pour mettre en évidence le cylindre d'axe, il suffit de plonger pendant quelques heures une racine motrice ou sensitive de la moelle dans un mélange d'alcool et d'éther qui débarrasse en grande partie le cylindre-axe de la myéline; on peut encore faire macérer les nerfs pendant 2 ou 3 jours dans une solution ammoniacale de carmin.

Si l'on fait agir sur les tubes nerveux périphériques (tubes à gaine) l'acide osmique à 1 p. 100 ou le nitrate d'argent (Ranvier), on voit la myéline présenter des étranglements à peu près également espacés. Les segments ainsi limités offrent chacun un noyau compris entre la gaine et la myéline. Si l'on traite alors par le carmin, le cylindre d'axe, le noyau et la gaine se colorent en rouge tandis que la myéline est colorée en noir intense par l'acide osmique. — Le nitrate d'argent (2 p. 100) a pour effet de faire apparaître des stries transversales sur le cylindre d'axe. En même temps il se dépose un anneau d'argent réduit au niveau des étranglements. Par cet anneau passe l'axe qui est en continuité d'un segment à l'autre.

## Art. 5.

## Épithéliums.

Les Épithéliums sont des tissus formés constamment d'un élément unique, la cellule épithéliale, susceptible, il est vrai, de présenter des variations, mais caractérisée toujours par sa grande résistance aux acides et aux bases.

Suivant les variétés que présentent les cellules épithéliales, on peut diviser les épithéliums en E. polyédriques ou pavimenteux ; E. prismatiques, cylindres, vibratiles, etc. ; E. des séreuses ou endothéliums (Pouchet et Tourneux).

**Epithéliums pavimenteux.** — Les cellules sont des prismes à 4 ou 5 pans, dont la hauteur égale ordinairement à peu près le diamètre. Elles sont disposées sur un seul rang, ou sur plusieurs rangs; dans ce dernier cas, les cellules profondes ne ressemblent pas aux cellules superficielles. Ainsi dans l'épiderme, les couches profondes sont formées de cellules pris-

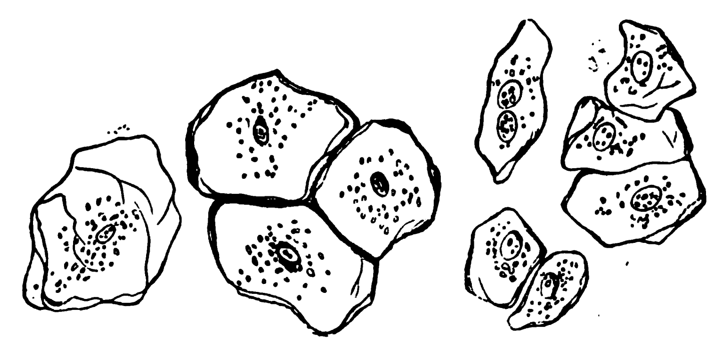


Fig. 255. — Cellules épithéliales de la muqueuse buccale (d'après Pouchet et Tourneux).

matiques, auxquelles succèdent extérieurement des cellules polyédriques irrégulières (1) et plus superficiellement des assises de cellules aplaties, lamellaires. — On rencontre la même disposition dans l'épithélium de la muqueuse buccale, dans ceux de l'œsophage, des fosses nasales, du vagin, etc. Les cellules les plus superficielles tombent et il se fait ainsi une desquamation continuelle qu'alimentent les couches profondes.

**Epithéliums cylindriques, vibratiles,** etc. — Ici les cellules épithéliales sont des prismes ou des cylindres allongés, ayant le plus souvent 30 à 40 μ de long sur 8 à 10 μ de large. Très fréquemment les cellules cylindriques portent sur leur extré-

(1) Parmi ces formes irrégulières, signalons les cellules crénelées si remarquables par leurs bords hérissés de petits prolongements au moyen desquels les cellules voisines s'engrènent les unes dans les autres.

mité libre soit une couche épaisse hyaline, qui reçoit le nom de *plateau*, soit des cils *vibratiles*. Les cils vibratiles constituent des filaments, atténués à leur extrémité, et animés de mouvements incessants. Pour étudier ces mouvements, il suffit de prendre des lambeaux de l'épithélium des fosses nasales ou de la trachée, et mieux les lames branchiales des mollusques acéphales, sur lesquelles ils sont très développés. On ne doit pas les examiner dans l'eau pure qui les détruit rapidement, mais dans des solutions salines (1/2 p. 100 de sel marin par ex.).




Fig. 256. — Portion d'épithélium de la surface d'une villosité intestinale de lapin. *a*, le plateau des cellules (d'après Pouchet et Tourneux).

Dans l'épithélium cylindrique (intestin, trachée, bronches), on rencontre en grand nombre, au milieu des cellules cylindriques, des éléments d'une forme toute spéciale que l'on désigne sous le nom de *cellules caliciformes*. Sur les coupes, ces cellules se montrent comme des espaces plus ou moins vésiculeux, clairs, dispersés au milieu des éléments cylindriques. Pour les bien observer il faut faire des dissociations. Les cellules caliciformes se montrent alors comme de petites cupules ou comme de petites ampoules pourvues ou non d'un col et terminées profondément par un corps cellulaire plus ou moins réduit et ramifié, dans lequel se voit le noyau. L'ampoule est remplie d'une substance homogène, un peu grenue.

**Endothéliums.** — Les parois des vaisseaux, ainsi que les membranes séreuses, sont tapissées d'un épithélium auquel on réserve plus spécialement le nom d'endothélium. Les cellules qui forment ces revêtements sont toujours disposées en une seule assise. Ce sont des éléments essentiellement plats, et qui n'ont pas plus de 1 $\mu$ d'épaisseur sur 20 à 60 $\mu$ de largeur, suivant leur provenance. Pour bien mettre en évidence les cellules épithéliales des endothéliums, il faut recourir à l'imprégnation d'argent (voir page 373). En effet leurs limites sont ordinairement peu distinctes. Elles sont dentelées dans la paroi des vaisseaux, sinueuses ou rectilignes dans les séreuses. Les

noyaux, qui mesurent 2 à 3 μ d'épaisseur, sont généralement excentriques.

---

# CHAPITRE XIII

## DU SANG AU POINT DE VUE MICROSCOPIQUE

L'importance de l'examen du sang au point de vue clinique et physiologique n'échappe à personne; de récents travaux, dont nous donnerons ci-après l'analyse, en ont fourni des preuves aussi nombreuses qu'éloquentes : si la clinique, si la physiologie, ont retiré de l'analyse microscopique du sang des résultats féconds, on peut dire que le rôle joué dans les recherches médico-légales par le microscope n'est pas moins prépondérant. On trouve, dans les annales judiciaires, des affaires même très récentes, dans lesquelles la constatation microscopique des éléments du sang, soit sur un vêtement, soit sur un objet quelconque, a pour ainsi dire constitué la seule preuve invoquée contre l'accusé. Si l'on songe qu'en pareils cas la condamnation dépend des résultats fournis par l'expertise, on sentira l'urgente obligation de se familiariser au laboratoire avec ces recherches si délicates, qui demandent à la fois un œil expérimenté et un esprit rompu aux méthodes scientifiques.

Lorsque le sang coule dans nos vaisseaux, on peut le considérer, d'une façon théorique, comme formé de deux parties distinctes, l'une comprenant tous les éléments figurés solides, l'autre constituée par le sérum tenant en dissolution les matières albuminoïdes, les sels, etc.

Dans ces conditions purement théoriques, nous le répétons, seule, la première classe d'éléments serait justiciable du microscope. Mais dans la pratique il n'en est pas ainsi. En effet, peu de temps après être sorti des vaisseaux, le sang, d'abord liquide, ne tarde pas à se prendre en masse, par la coagulation

de la *fibrine*. Ce corps a des caracteres physiques qui permettent de le reconnaître au microscope.

De plus, le sang ne contient pas toujours que des éléments normaux. En effet, dans certaines maladies soit d'origine infectieuse, soit de toute autre nature, le sang peut renfermer des vibrioniens ou d'autres éléments anormaux, dont la constatation éclaire le diagnostic.

C'est en nous conformant à cet ordre d'idées, que nous étudierons le sang, en le considérant d'abord au point de vue normal, puis au point de vue pathologique.

## A. — SANG NORMAL.

### § 1. GLOBULES ROUGES.

Le moyen le plus pratique de se procurer du sang, c'est de faire une légère piqûre avec une épingle et d'interrompre ensuite la circulation dans l'extrémité d'un doigt. La petite quantité de sang qui s'échappe suffit amplement pour pratiquer l'examen au microscope (1).

Il est très important de prendre quelques précautions dans cet examen. On ne doit mettre sur le porte-objet qu'une quantité très faible de sang, afin de ne pas avoir une superposition des globules. De plus, comme, sous l'influence de l'air, les globules s'altèrent rapidement, il faut immédiatement

(1) M. Hayem est d'avis que, par cette méthode, on n'obtient pas un sang véritablement physiologique, et que par des numérations successives faites chez la même personne on ne trouve pas de résultats concordants. On évite, d'après l'auteur, cette cause d'erreur, en faisant à l'aide de la pointe d'une lancette, sur le doigt libre, une petite plaie suffisante pour laisser échapper quelques gouttes de sang, dès qu'on exerce la plus légère pression sur la pulpe. Des recherches comparatives ont démontré à M. Hayem l'importance de cette manière d'opérer. L'exactitude des résultats dépend de la rapidité avec laquelle on agit et de la quantité de sang qui s'écoule; celle-ci doit être assez abondante. Il faut également éviter l'évaporation, qui aurait pour effet d'augmenter le nombre des globules, par la concentration du plasma. La petite plaie faite par la lancette est, d'ailleurs, tout aussi inoffensive que la piqûre d'une aiguille, et elle est moins douloureuse (M. Malassez recommande de faire la piqûre).

placer la lamelle sur la préparation. Par surcroît de précaution, on peut même fermer complètement la préparation, par l'un des moyens usités en pareil cas (baume de Judée, paraffine, etc.).

L'œil est tout d'abord maîtrisé par un grand nombre de corpuscules d'un jaune pâle, qui sont les globules rouges du sang. Au milieu de l'énorme quantité de globules rouges, l'observateur ne tarde pas à distinguer d'autres corpuscules sphériques plus gros, bien moins nombreux que les globules rouges. Ce sont les *globules blancs*. Avec plus d'attention on découvrira encore des globules réfringents (granulations découvertes par Donné et connues sous le nom de corpuscules élémentaires de Zimmermann).

Quand une préparation de sang vient d'être faite, il y a généralement des courants qui s'établissent, et que le moindre mouvement communiqué à la préparation peut faire renaître, quand ils se sont éteints. Les globules de sang sont entraînés par ces courants, et, grâce à la rapidité de leur course, ils se présentent à l'observateur sous des aspects différents. Les globules rouges sont biconcaves, de sorte que, vus de face, ils ont une forme circulaire; leur couleur est plus accentuée sur les bords qu'au centre. En effet, si l'on examine un globule sanguin vu de champ, on constate qu'il est plus mince au centre qu'aux extrémités. Le globule sanguin vu ainsi ressemble à un biscuit rétréci dans sa partie médiane. C'est ce qui explique que, vu de face, le globule rouge paraisse décoloré au centre, puisque sous une épaisseur plus faible il contient nécessairement moins de matière colorante et donne ainsi plus facilement passage à la lumière.

Le sang normal contient constamment des globules de dimensions diverses. A l'état normal, le diamètre des globules humains varie entre 9$\mu$ et 7$\mu$; la moyenne est en réalité de 7$\mu$, 5 à 7$\mu$, 6.

A l'état normal, les globules sanguins ne contiennent pas de noyaux. Les globules rouges, lorsqu'ils ne sont pas altérés dans leur forme, ont une tendance à *s'empiler*, comme des pièces de monnaie; quelquefois, comme le contact ne s'effectue que par un point plus ou moins étendu de leur surface, la

pile de globules paraît renversée. Quelques auteurs attachent une certaine importance à la plus ou moins grande facilité avec laquelle les globules se mettent en pile, et en déduisent un état d'altération plus ou moins avancé de ces éléments.

Dans la figure 257, on a représenté des globules crénelés ou mûriformes. C'est une des altérations les plus fréquentes du globule sanguin. Elle est attribuée par certains auteurs à la suppression d'une partie de l'eau de constitution du globule.

Ce n'est pas la seule altération que puisse éprouver le globule sanguin; quand nous étudierons le sang pathologique, ainsi que l'influence des réactifs sur le sang, nous verrons de quelle façon se comportent les globules sous l'influence de ces différents agents.



Fig. 257. — Globules sanguins. — *a*, vus de face. — *b*, vus de profil; *c*, globules empilés; *d*, globule devenu sphérique sous l'influence de l'eau; *e*, globules décolorés par l'eau; *f*, altérés par l'évaporation. (350 D.)

Avant de passer à l'étude des globules blancs, il nous a paru utile de faire connaître, d'après les recherches de M. Hayem, les caractères anatomiques du sang chez le nouveau-né pendant les premiers jours de la vie (*Comptes rendus*, 21 mai 1877). Au point de vue de leurs dimensions, les globules rouges sont beaucoup plus inégaux que chez l'adulte; il y en a qui dépassent en grandeur les plus gros globules de l'adulte, tandis qu'un certain nombre sont extrêmement petits. Voici les mensurations données par M. Hayem :

| | |
|---|---|
| Diamètre du plus petit globule nain........... | 3μ,25 |
| — moyen des globules nains........... | 5 ,5 |
| — des petits globules................... | 6 ,5 |
| — des globules moyens................. | 7 ,5 |
| — des grands.......................... | 8 ,5 |
| — des géants.......................... | 9 ,5 |
| — du plus grand globule............... | 10 ,25 |

Ces globules de dimensions diverses sont mélangés dans des proportions irrégulières, qui, en se modifiant sensiblement d'un jour à l'autre, rendent impossible la détermination précise de la moyenne générale des dimensions globulaires.

M. Hayem a remarqué, de plus, que les globules sanguins de l'enfant différaient de ceux de l'adulte par leur constitution. Ils s'altèrent plus vite, résistent moins à l'action des réactifs; ils s'endosmosent avec la plus grande facilité (1).

Les globules du sang du fœtus se distinguent de ceux de l'adulte par l'existence d'un noyau. D'après Robin, ce serait vers le quatrième mois de la vie embryonnaire que le noyau disparaîtrait ; d'après Kœlliker au contraire, cette disparition n'aurait lieu qu'au cinquième mois. Ces globules sont plus volumineux que ceux de l'adulte, ils sont plus altérables. Quand ils sont extravasés, ils présentent des prolongements sarcodiques (Robin).

D'après MM. Mathias Duval et Lereboullet, lorsque les globules sanguins du nouveau-né présentent un noyau, c'est l'indice d'un état pathologique.

### § 2. GLOBULES BLANCS.

*Corpuscules lymphatiques (Leucocytes du sang).*

Les globules blancs ont des caractères si nets et si tranchés, qu'il n'est pas possible de les confondre avec les globules rouges. A l'état sphérique leur grosseur dépasse d'un tiers environ celle des globules rouges. Leur diamètre est égal à $11\mu$.

Leurs contours ne sont pas très nets et présentent souvent des irrégularités; leur aspect est granuleux ; leur coloration est blanche. Les uns ont un noyau, les autres en ont deux. D'après M. Ranvier (*Traité technique d'histologie*), la présence de deux noyaux ou d'un noyau étranglé indique que le globule serait sur le point de se multiplier par segmentation, comme cela se voit dans certains végétaux unicellulaires ; le noyau, sauf chez l'axolotl, ne se voit que lorsque le globule est mort.

Les globules blancs, quand ils sont vivants, présentent des

(1) Mais à ce point de vue on remarque de très grandes différences d'un individu à un autre, chez quelques personnes parfaitement saines d'ailleurs; les globules du sang, aussitôt qu'ils sont hors des vaisseaux, s'altèrent, ils prennent de suite des formes crénelées, ou se décolorent en laissant leur hémoglobine se dissoudre en partie dans le sérum sanguin.

mouvements *amiboïdes*, c'est-à-dire qu'on les voit se déformer et pousser des prolongements (voir page 76).

Quand on examine les globules blancs d'un mammifère, il faut tenir la préparation à une température voisine de celle du corps de l'animal; avec la grenouille, sur laquelle ce phénomène s'observe très bien, une telle précaution est inutile.

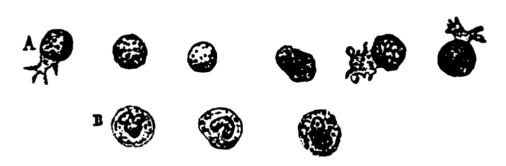



Fig. 258. — A, leucocytes de l'homme à divers états d'expansion; B, traités par l'acide acétique et montrant un ou plusieurs amas nucléiformes.

Si les globules rouges sont toujours caractéristiques de la présence du sang, il n'en est pas de même des globules blancs. Ceux-ci en effet se retrouvent dans le pus, comme nous le verrons plus loin.

### § 3. ACTION EXERCÉE PAR DIFFÉRENTS RÉACTIFS.

1° *Sur les globules rouges du sang :*

*Eau.* — L'eau agit rapidement et énergiquement sur les globules rouges, en les gonflant et en dissolvant leur matière colorante. Il en résulte que d'une part, en même temps que le diamètre transversal du globule diminue, son épaisseur augmente ; il se décolore, et l'eau ambiante se colore en jaune. Les globules se transforment en vésicules incolores, qu'il est souvent très difficile d'apercevoir. Le liquide ambiant se colorant par la dissolution de l'hémoglobine, les globules blancs se teignent également. Pour rendre de nouveau visibles les hématies, on peut les recolorer avec un peu de teinture d'iode. Certains sels, tels que le chlorure de sodium, l'azotate de potasse, certains acides, tels que l'acide gallique et l'acide chromique, en les contractant, leur donnent des contours plus faciles à percevoir.

*Ether.* — L'éther ne dissout pas complètement les globules comme on l'a prétendu, mais il les convertit instantanément,

comme l'eau, en cercles à peine visibles, au milieu du coagulum finement granulé qui se produit en même temps.

*Chloroforme.* — D'après Kœlliker, le chloroforme agirait de la même façon, mais plus lentement.

*Acide acétique.* — Suivant son degré de concentration, l'acide acétique agit plus ou moins énergiquement sur les globules. Ceux-ci pâlissent avec une rapidité variable, mais ils ne disparaissent complètement que dans l'acide cristallisable.

*Alcool.* — D'après M. Ranvier, l'alcool au 1/3 rendrait les globules sphériques comme l'eau, mais ceux-ci revêtiraient un double contour très net. L'alcool à 36° Cartier conserverait aux globules leur forme normale.

*Potasse.* — Les solutions étendues de potasse dissolvent les globules sanguins, après en avoir préalablement altéré la forme. Inversement une solution très concentrée de potasse ne détruit pas les globules; elle les contracte. Si on ajoute ensuite de l'eau, les globules acquièrent alors un volume très considérable, qui peut aller jusqu'à 13 μ de diamètre. Ils se dissolvent ensuite, comme dans les solutions étendues de potasse (Kœlliker).

*Soude, ammoniaque.* — La soude et l'ammoniaque en solution exercent sur les globules une action moins énergique que les solutions au même degré de concentration de potasse. Toutefois, en solution concentrée, la soude a une action comparable à celle de la potasse.

*Sels.* — D'après Kühne (Virch. *Arch.*, t. XIV, p. 333), le glycocholate, le cholate de soude, détruisent les globules sanguins.

*Bile.* — La bile exerce une action très énergique sur les globules rouges; si on ajoute un peu de bile au bord d'une préparation de sang, on voit qu'à mesure qu'elle pénètre par capillarité entre la lamelle et la lame, elle dissout immédiatement les globules sanguins sans en laisser la moindre trace; cette propriété de la bile explique la diminution notable qu'on observe dans le nombre des globules dans les ictères.

*Action de la température.* — La chaleur, la congélation, détruisent les globules sanguins, mais respectent les enveloppes. Sous l'influence de la chaleur, la substance du glo-

bule semble se fondre et avoir la consistance de l'huile ; à 70°C. les globules et les gouttes de globule se décolorent et se transforment en petites sphères transparentes, d'un volume très inégal (Ranvier) (1).

2° *Sur les globules blancs.*

*Eau.* — D'une façon générale les globules blancs résistent mieux que les globules rouges. Par l'action de l'eau ils ne tardent pas à devenir granuleux. On voit apparaître un ou plusieurs noyaux; ceux-ci sont rendus beaucoup plus nets par l'addition d'acide acétique.

### § 4. NUMÉRATION DES GLOBULES DU SANG.

L'étude de cette question a reçu depuis peu d'années, en

(1) J.-A. Pouchet (*Expériences sur la congélation des animaux*, Rouen, 1865) formule ainsi le résultat de ses recherches sur l'action du froid sur le sang.

1° L'un des premiers phénomènes produits par le froid est la contraction des vaisseaux capillaires : le microscope la fait immédiatement découvrir. Celle-ci est telle, qu'aucun globule du sang ne peut plus y être admis; aussi ces vaisseaux restent-ils absolument vides; de là, la pâleur des organes réfrigérés.

2° Le second phénomène est l'altération des globules du sang par la congélation.

Par l'effet de celle-ci, ces globules subissent trois sortes d'altérations : tantôt leur nucléus sort de leur enveloppe et nage en liberté dans le plasma. Les nucléus libres ont l'apparence granuleuse et sont plus opaques que dans l'état normal. Les enveloppes énucléées sont flasques et déchirées, ou elles ont été dissoutes et ne se discernent plus. Tantôt aussi on aperçoit le nucléus déjà altéré et cependant encore contenu dans son enveloppe, où il est opaque et plus ou moins excentriquement situé. Tantôt enfin les globules sanguins sont simplement plus ou moins crénelés sur leurs bords et plus foncés de couleur.

Ce sont surtout les globules des reptiles qui expulsent leur nucléus, les globules des mammifères offrent des crénelures.

Le nombre des globules, ainsi altérés et rentrés dans la circulation, est proportionnel à l'étendue de la congélation. Si la congélation n'a envahi que les membres, $\frac{1}{15}$ ou $\frac{1}{20}$ seulement est altéré. Si l'animal a été totalement envahi par la glace, presque tous les globules sont désorganisés; il n'en reste pas $\frac{1}{100}$ d'inaltérés.

M. Pouchet a tiré de ces faits des déductions physiologiques très importantes (*loc. cit.*, p. 14).

France, une vive impulsion de deux savants, MM. Malassez et Hayem. C'est M. Malassez qui, le premier, a fait entrer la numération des globules du sang dans une voie pratique, par la création d'un instrument dont nous donnons la description. Nous emprunterons à ces deux auteurs les renseignements qui vont suivre.

Longtemps on a cherché un moyen pratique de réaliser ce desideratum. On comprend sans peine combien il aurait été difficile, pour un observateur, de dénombrer l'immense quantité de globules contenus dans une goutte de sang. Tous les histologistes ont été d'accord pour reconnaître la nécessité de diluer le sang, c'est-à-dire d'augmenter la quantité de sérum, pour diminuer ainsi le nombre des globules, dans un volume déterminé de sang.

Il est nécessaire que le mélange soit parfaitement fait, et que les globules soient uniformément répartis.

C'est Vierordt qui le premier (*Arch. für physiologische Heilkunde*, Bd XI, 1852, et Bd XIII, 1854) donna le moyen de faire la numération des globules du sang. Voici en quoi consiste son procédé. Le sang, étant recueilli à l'aide d'un tube capillaire bien calibré, est étendu dans une quantité de sérum artificiel toujours la même (679,9 fois celle du sang). Au mélange ainsi obtenu, on ajoute un dixième de solution gommeuse, et on le reprend avec une pipette, pour l'étendre sur un porte-objet, en lignes étroites et régulières. On le laisse sécher à l'air libre, puis on place la préparation sous le microscope, et l'on compte les globules, en s'aidant d'une lame micrométrique placée sur le sang desséché. Ce procédé, demandant cinq ou six heures, avait peu de chances pour entrer dans la pratique.

Welcker (*Arch. der Vereins f. gemein Arbeiten zu Göttingen*, 1854, t. I, p. 161 et 195; *Viertelj. f. prakt. Heilkunde*. Prag., 1854, t. XLIV, p. 11) apporta quelques modifications à cette méthode, mais sans la rendre plus prompte et plus pratique. En 1865, Mantegazza imagina un procédé différent, mais très imparfait; il était fondé également sur un calcul de surface.

Cramer (*Neder. Lancet*) réalisa un très grand progrès, en mettant en pratique l'usage des dilutions sanguines en 1855. L'appareil de Cramer, très ingénieux, comme on va le voir, ne fut pas vulgarisé. Il se compose d'une lame porte-objet, sur les bords de laquelle sont collées deux bandes de verre très minces et partout d'égale épaisseur. Sur ces lamelles, est placée une autre lame semblable à la première. On a ainsi un espace capillaire, de section rectangulaire, ayant pour hauteur l'épaisseur des lamelles. Après avoir déterminé, par une mensuration faite au microscope, le volume de ce capillaire artificiel, Cramer faisait une dissolution de sang, à l'aide d'eau salée à 1/200, et en se servant de tubes très bien calibrés. Il faisait ensuite pénétrer par aspiration une partie du mélange

dans le capillaire, et en s'aidant d'un oculaire, dans lequel était une glace quadrillée, il comptait les globules dans un espace d'une étendue déterminée et arrivait, à l'aide d'une formule calculée d'avance, à connaître le nombre des globules contenus dans un millimètre de sang (Hayem, *loc. cit.*).

En 1867, notre excellent maître, M. Potain, fit connaître un appareil qui porte dans la science le nom de mélangeur Potain; cet appareil sera décrit avec celui de M. Malassez.

Ainsi que nous l'avons dit, l'opération préliminaire consiste à étendre le sang avec du sérum artificiel, et à obtenir un mélange parfaitement homogène. Voici quelle est la formule adoptée par MM. Potain et Malassez. On fait une solution de gomme arabique, ayant au pèse-urine une densité de 1,020 et on en prend 1 volume: on fait ensuite des solutions de sulfate de soude, de chlorure de sodium, ayant chacune une densité de 1,020 et on prend partie égale de chacune de ces solutions pour constituer 3 volumes. M. Malassez fait au sujet de ce sérum une remarque fort importante. Le sérum artificiel ne se comporte pas toujours de la même façon vis-à-vis de tous les globules, et s'il en conserve un certain nombre, pendant le temps nécessaire à l'examen, il en ratatine et parfois en gonfle rapidement d'autres, cela varie suivant le sang qu'on examine, de sorte qu'il est à peu près impossible d'avoir un sérum qui s'applique également bien à tous les cas (1).

Si l'on ne tient pas, dit M. Malassez, à conserver aux globules leur forme, il convient d'ajouter au sérum un peu de carbonate de potasse ou de soude: une goutte de solution de 50 p. 100 dans 15 grammes de sérum environ. Avec cette modification tous les globules deviennent sphériques, mais ils se répartissent plus régulièrement; la numération devient alors plus facile.

Comme généralement, dans les essais cliniques, on ne dispose que d'une faible quantité de liquide, il est nécessaire de faire usage du *mélangeur Potain* (fig. 259). Cet appareil se

(1) Du reste, M. Malassez se sert maintenant d'une solution de sulfate de soude marquant 1,020 au densimètre; la raison de ce choix est dans la facile altération du sérum dont nous avons donné plus haut la formule. Si on ne possède pas de pèse-urine, on peut faire une solution à 5 p. 100 de ce sel, en ayant soin de ne pas employer du sel efflorescent.

compose d'un tube capillaire effilé à l'une des extrémités et divisé en deux parties inégales par une ampoule. Cette ampoule renferme une petite boule de verre. Le tube capillaire qui termine l'appar il, à sa partie supérieure, a une section un peu plus large que le tube capillaire soudé à l'autre extrémité de l'ampoule. On adapte un tube en caoutchouc à l'extrémité de l'appareil.

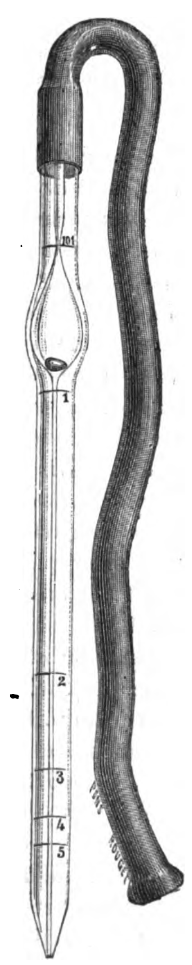


Fig. 259. — Mélangeur Potain.

La longue portion du tube capillaire est construite de telle façon que sa capacité soit très exactement égale au centième de celle de la dilatation ampullaire. La capacité de l'ampoule est fixée par deux traits situés, l'un à sa partie supérieure, l'autre à sa partie inférieure.

D'autre part, la longue portion du tube pour servir aux numérations faites avec les appareils de Malassez est divisée en deux, trois et quatre parties d'égale capacité. Voici quelle marche on doit suivre quand on veut obtenir un mélange de sang à 1 p. 100. On plonge la pointe effilée du tube dans le sang à examiner et l'on aspire doucement par le tube en caoutchouc, adapté à la courte portion du tube capillaire, jusqu'à ce que le sang arrive au trait qui sépare la longue portion du tube capillaire de la partie inférieure de l'ampoule. Si, par une aspiration trop énergique, le liquide sanguin a dépassé le trait, il suffit de refouler le liquide, en soufflant légèrement dans le tube en caoutchouc, en même temps que l'on essuie le sang qui sort par la pointe de l'instrument. Cette opération doit être faite assez rapidement, lorsque l'on a à examiner un sang se coagulant facilement, comme celui du chien par exemple.

Ceci fait, on essuie exactement la pointe de l'appareil, que l'on plonge dans le sérum artificiel, et l'on aspire doucement, à l'aide du tube en caoutchouc, en imprimant à l'appareil, avec les doigts, de petits mouvements de rotation, grâce auxquels le mélange de sang et de sérum commence à s'opérer.

L'aspiration est maintenue, jusqu'à ce que le mélange de sang et de sérum arrive au trait qui forme le point de séparation entre l'extrémité supérieure de l'ampoule et la courte portion du tube capillaire.

On a alors, dans l'ampoule, un mélange de sérum et de sang à 1 p. 100. Cette ampoule contient, ainsi que nous l'avons dit, une petite boule de verre. En agitant l'appareil dans des sens divers, on fait voyager la petite boule de verre qui, traversant dans toutes les directions la masse liquide, rend le mélange aussi homogène que possible.

Quand on veut faire une prise de ce mélange, on souffle par le tube en caoutchouc, de façon à expulser la partie du liquide sanguin qui est contenue dans la longue partie du tube capillaire.

Il y a des cas où l'on ne doit faire le mélange de sang et de sérum artificiel, qu'à $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$, lorsque, par exemple, on a à examiner un sang normal ou très riche en globules. En se reportant à ce que nous avons dit plus haut, il suffira de n'aspirer le sang que jusqu'au trait, marquant la moitié, le tiers, le quart, de la capacité de la longue portion de l'appareil. On finit par reconnaître à la couleur du sang, quand on doit recourir à cet artifice opératoire.

Il nous reste maintenant à décrire l'appareil proprement dit de M. Malassez, appareil auquel l'auteur a donné le nom de chambre humide compte-globule ; comme quelques personnes peuvent encore posséder l'ancien appareil ou capillaire artificiel de M. Malassez, nous le décrirons également.

*Capillaire artificiel de M. Malassez.* — Le capillaire artificiel de M. Malassez se présente sous la forme d'une petite bande de verre, ayant environ 2 à 3 centimètres de longueur sur 4 à 5 millimètres de largeur et 1 millimètre d'épaisseur ; elle est fixée sur une glace porte-objet. Dans cette petite bande de verre, très près de sa face supérieure, a été

ménagé un canal, qu'on ne peut bien voir à l'œil nu que sous un certain jour; ce canal est aplati de haut en bas; à la coupe, il a la forme d'une ellipse dont le grand axe aurait environ 250 μ et le petit 70 μ. L'une de ses extrémités est libre, l'autre, relevée en forme de crochet, communique avec un tube en caoutchouc très fin. La capacité de ce capillaire artificiel a été exactement mesurée (C'est là, nous devons l'avouer, ce qui rend la construction de l'appareil de M. Malassez si délicate). Les chiffres qui sont gravés sur la lame porte-objet indiquent quelle est sa capacité pour un certain nombre de longueurs. Dans la première colonne sont inscrites les longueurs; dans la seconde sont portées les capacités correspondantes. Les longueurs sont exprimées en millièmes

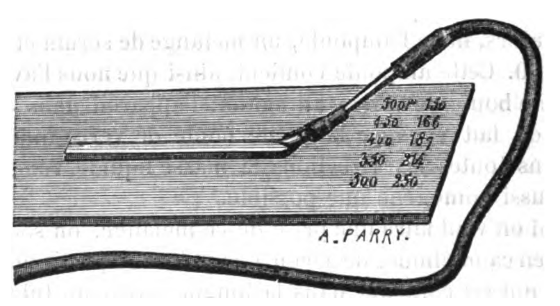



Fig. 260. — Capillaire artificiel de Malassez.

de millimètre, et les capacités en millièmes de millimètre cube. Le capillaire représenté ici a par exemple pour une longueur de 500 μ une capacité égale à la 150e partie d'un millimètre cube.

Pour faire pénétrer le sang dans le capillaire artificiel, il suffit de déposer à son extrémité libre, sur la lamelle, une goutte du mélange sanguin. Ce dernier pénètre dans l'appareil par l'effet de la capillarité.

Comme les globules pourraient tomber en partie dans le bas de la goutte, et que, si l'ascension du liquide se faisait lentement, il y aurait un certain nombre de globules éliminés, M. Malassez, pour éviter cet inconvénient, conseille d'agiter la goutte du mélange sanguin, afin de faciliter une égale répartition des globules et de s'opposer à ce qu'ils gagnent les parties inférieures, en vertu de leur densité. Pour plus d'exactitude, l'auteur conseille même de vider le capillaire en soufflant par le tube en caoutchouc, l'appareil ayant été mouillé une première fois, l'ascension du liquide sanguin se fera plus facilement (1). Quand celui-ci est arrivé

(1) Le lavage préalable du capillaire avec le mélange sanguin, dont on veut apprécier la richesse, a encore pour avantage d'empêcher la dilution qui se produirait, s'il était resté un peu d'eau dans l'appareil, dans un lavage précédent.

à l'autre extrémité du tube, on étanche avec un peu de papier buvard ou un linge quelconque le liquide déposé sur la lamelle et désormais inutile, afin que, continuant à pénétrer dans le capillaire, il ne mette pas les globules en mouvement, ce qui rendrait leur numération impossible. On porte alors le capillaire sous le microscope, et à l'aide d'une lentille convenable et d'un oculaire quadrillé, on obtient une image analogue à celle figurée p. 345.

Le tube rentrant du microscope doit au préalable avoir été placé dans une situation déterminée une fois pour toutes, de façon que la partie

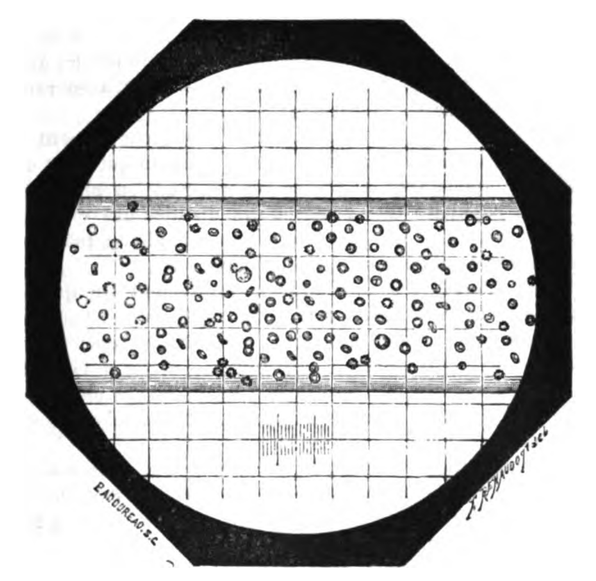


Fig. 261. — Capillaire recouvert par le quadrillage.

quadrillée du champ microscopique recouvre une longueur voulue du capillaire dont la capacité a été mesurée à l'avance.

Pour compter les globules, il faut comprendre toute la partie du capillaire recouverte par le quadrillage, entre la dernière ligne de droite et la dernière ligne de gauche. Il est nécessaire de compter carré par carré. Il arrive quelquefois que des globules sont placés à cheval sur un trait, il est prudent, afin de ne pas commettre d'oubli, de les compter immédiatement. Afin d'obtenir un degré plus grand d'exactitude, M. Malassez conseille de faire deux ou trois numérations sur différents points du capillaire artificiel et de prendre une moyenne.

Le nombre ainsi obtenu sera multiplié : 1° par le chiffre qui se trouve sur la lame porte-objet, en regard de la longueur suivant laquelle les globules auront été comptés; 2° par le titre du mélange,

Le produit donnera le nombre des globules par millimètre cube du sang.

Supposons par exemple que le chiffre 118 soit le nombre des globules trouvés dans une longueur de 500 $\mu$; supposons que nous nous soyons servi du capillaire artificiel représenté (fig. 261), dans lequel le volume du canal est égal à la 150e partie d'un millimètre cube pour une longueur de 500 $\mu$; supposons enfin que le mélange sanguin soit à $\frac{1}{200}$. Le nombre des globules par millimètre cube de sang sera évidemment égal à

$$118 \times 150 \times 200 = 3,540000.$$

Il reste maintenant à prendre un soin tout particulier des appareils; ces soins sont de la plus haute importance, et c'est avec raison que M. Malassez insiste sur ces précautions.

Pour nettoyer le capillaire, on souffle d'abord par le petit tube en caoutchouc de façon à en chasser le liquide sanguin qui y est contenu. On recueille ce liquide avec du papier buvard, puis on place à l'extrémité libre du capillaire une goutte d'eau distillée qui y pénètre par l'effet de la capillarité; on chasse cette eau à l'aide du tube en caoutchouc, et l'on répète plusieurs fois cette manœuvre.

Le mélangeur doit être soumis au même traitement. On ajuste le tube en caoutchouc sur la longue portion du capillaire, et l'on chasse le liquide sanguin que l'appareil renferme; ceci fait, on replace le tube en caoutchouc sur la courte portion du capillaire, et on y fait passer de l'eau distillée en ayant soin d'imprimer à l'appareil des mouvements de rotation, de façon à faire mouvoir rapidement la petite boule contenue dans l'ampoule. Puis on chasse l'eau.

Si, en dépit de ces précautions, l'appareil venait à s'encrasser, il faudrait, suivant le conseil de M. Malassez, faire passer dans le capillaire et dans le mélangeur une solution de potasse ou de soude à 25 p. 100, puis les laver à l'eau distillée.

La méthode de M. Malassez, telle que nous venons de l'exposer, est également applicable à la numération des *globules blancs*. Dans son travail, cet histologiste critique avec une grande compétence les méthodes employées antérieurement. Nous ne pouvons le suivre dans ces développements intéressants; toutefois il y a une observation de la plus haute importance et d'un intérêt pratique considérable, que nous devons consigner ici.

On fait une préparation de sang pur et l'on compte le nombre des globules blancs. On répète cette opération de nouveau avec le même sang étendu de trois ou quatre fois son volume de sérum artificiel, et l'on constate par la numération que dans ce second cas on trouve plus de globules blancs que dans la première opération. Comme il n'est pas possible d'admettre que ce soit le sérum artificiel qui ait augmenté le nombre des globules, il est nécessaire de chercher une autre explication. Voici celle qui est donnée par M. Malassez : les globules blancs

vivants se fixent aux corps avec lesquels ils sont en contact et s'aplatissent contre eux; on sait que ce phénomène se produit avec le verre dans des préparations fraîches de sang pur, ce qui rend les globules blancs moins visibles. N'est-il pas vraisemblable d'admettre, dit M. Malassez, que si le sang est riche en globules blancs, et que les espaces laissés entre les piles des globules rouges soient peu considérables, une partie des globules blancs sera masquée par des globules rouges; tandis que, lorsque le sang est étendu de sérum, les globules blancs devenant, sous l'influence de ce liquide, à la fois sphériques et plus réfringents, ne peuvent plus échapper à l'observation, au milieu des globules rouges moins nombreux et plus régulièrement disséminés?

*Application de la méthode Malassez.* — Les globules blancs étant infiniment moins nombreux que les globules rouges, il en résulte que, pour en faire la numération, il faut employer un liquide sanguin plus concentré que lorsqu'il s'agit de compter les globules rouges, et, de plus, qu'il faut faire cette numération sur une plus large surface, c'est-à-dire sur une plus grande longueur du capillaire artificiel. M. Malassez fait un mélange au cinquantième de sang et de sérum artificiel à l'aide du mélangeur Potain; toutefois il enseigne l'artifice suivant : le mélangeur ordinaire n'est qu'au centième; il suffira donc de remplir deux fois la longue portion de l'appareil, et l'on aura ainsi un mélange à $\frac{1}{50}$. Pour faire cette opération, il faut, après avoir rempli une fois sa longue portion, aspirer un peu d'air dans la longue portion du mélangeur, de façon à produire un index, et à remplir de nouveau le tube capillaire en se guidant sur l'ascension de l'index. Ceci fait, on remplit l'ampoule, comme il a été indiqué plus haut, avec du sérum artificiel, puis on brasse le mélange que l'on peut introduire dans le capillaire artificiel par le mode opératoire exposé.

Il ne faut pas se contenter de compter les globules dans un ou plusieurs champs microscopiques, mais bien dans dix et vingt champs microscopiques contigus; de telle sorte que, si le champ microscopique recouvre une longueur de tube d'un demi-millimètre par exemple, on aura compté les globules dans une longueur de tube d'un demi à 1 centimètre. Supposons, dit M. Malassez, que dans vingt champs microscopiques nous ayons trouvé 32 globules blancs, le nombre de globules blancs par champ microscopique sera de $\frac{32}{20} = 1,6$. Supposons encore que le champ microscopique recouvre une longueur de capillaire d'un demi-millimètre, et que dans ce capillaire cette longueur corresponde,

comme capacité, à la centième partie d'un millimètre cube, le nombre de globules blancs par millimètre cube du mélange sera cent fois plus considérable, 1, 6 × 100 = 160. Or, le mélange étant au cinquantième, il en résulte que la quantité de globules blancs contenus dans le sang pur sera cinquante fois plus forte, d'où 160 × 50 = 8,000.

Telle serait la richesse réelle du sang en globules blancs.

Si l'on voulait avoir la richesse du sang en globules blancs, relativement au nombre des globules rouges, il faudrait calculer le nombre de globules rouges contenus dans un millimètre cube, et diviser le chiffre trouvé par la quantité de globules blancs contenus dans la même capacité. Supposons que, dans un millimètre cube de sang, on ait trouvé un nombre de globules rouges égal à 4,400,000 globules; la quantité de globules blancs contenus dans la même capacité étant égale à 8,000, la richesse relative sera donnée par l'équation suivante :

$$\frac{8000}{4.400000} = \frac{1}{x}, \text{ d'où}$$

$$x = \frac{4.400000}{8000} = 550,$$

ce qui revient à dire que pour 550 globules rouges il y a 1 globule blanc, ou encore que les globules rouges sont 550 fois plus nombreux que les globules blancs.

M. Hayem a fait à l'appareil de M. Malassez quelques critiques que nous devons signaler. Ces critiques portent toutes sur le rôle important que joue la capillarité dans l'appareil que nous venons de décrire. Le mélange sanguin étant constitué par une partie solide et par une partie liquide, il en résulte qu'il doit pénétrer inégalement dans le tube capillaire, le sérum ayant une ascension plus rapide que les globules, l'homogénéité du liquide est ainsi détruite. De plus, dit M. Hayem, les parois elles-mêmes de l'espace capillaire repoussent les globules du sang, de sorte qu'il se forme une zone claire analogue à celle qui se produit dans les capillaires naturels. L'expérience a démontré que, en raison de la dilution du sérum et du petit nombre des globules, l'inconvénient signalé par M. Hayem n'existe pas ou du moins est plus théorique que pratique. Quant à la répulsion qu'exerceraient les parois du tube capillaire, elle tient tout simplement à la forme elliptique du canal, en vertu de laquelle les globules ont une tendance à gagner les parties déclives. Pour nous, ce qu'on peut reprocher à cet appareil, c'est sa perfection même ainsi que la délicatesse des manœuvres, qui nécessitent un certain temps d'apprentissage.

MM. Hayem et Nachet ont imaginé un appareil basé sur le même principe que celui de M. Malassez, mais reposant sur une méthode différente; sans repousser le mélangeur Potain, M. Hayem conseille de faire le mélange de sang et de sérum par la méthode suivante : il se sert de deux pipettes graduées, une pour le sang, une autre pour le sérum; la pipette destinée au sérum porte des divisions permettant de prendre de

100 a 500 millimètres cubes. Le sérum dont on se sert ne doit pas avoir une composition quelconque pour conserver aux globules leur aspect physiologique et faciliter leur dissémination régulière. M. Hayem donne la préférence aux sérums naturels, physiologiques ou pathologiques. Cet auteur dit avoir retiré de grands avantages du liquide obtenu par une ponction chez un malade atteint d'hydro-pneumo-thorax. C'était un liquide très riche en albumine et ne contenant que des traces de fibrine; sa densité était égale à 1019. La sérosité de l'ascite, que tout médecin peut, dit M. Hayem, se procurer facilement, fournirait également un excellent véhicule. Nous ne pensons pas que l'usage des sérosités naturelles puisse se généraliser, attendu que ces liquides n'ont pas tous la même densité ni la même composition, et que de plus, en supposant que ces liquides remplissent parfaitement les indications nécessaires, on n'en a pas toujours à sa disposition (1). Suivant M. Hayem, le sérum iodé de M. Schultze, préparé avec du liquide amniotique de vache, permet de faire un mélange très homogène ; toutefois il rétracterait les globules, et par conséquent ne saurait servir à la mensuration de ces éléments. Ce dernier véhicule ne nous paraît pas non plus très pratique, et en attendant que l'on trouve un sérum artificiel qui ne déforme pas les globules, nous conseillons l'emploi de celui dont M. Grancher, professeur à la Faculté de médecine, a donné la formule, qui est la suivante :

| | |
|---|---|
| Sulfate de soude cristallisé............... | 1 gramme. |
| Eau distillée............................. | 40 — |

Ce sérum gonfle les globules et les rend sphériques, mais il ne les décolore pas; de plus, grâce au peu de densité du liquide, les globules gagnent rapidement le fond de la préparation.

Quelque sérum que l'on choisisse, voici comment il faut opérer. On

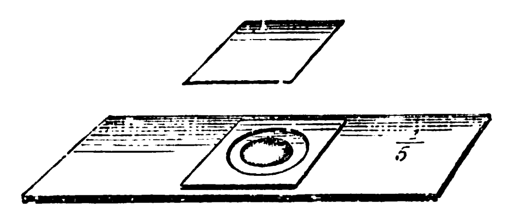
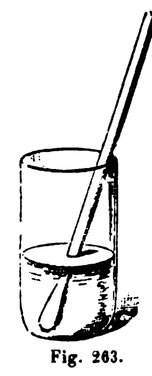



Fig. 262, — Cellule de MM. Nachet et Hayem.

prend par exemple 500 millimètres cubes de sérum à l'aide d'une pipette qui a été graduée de façon à tenir compte du mouillage du verre; ce sérum est déposé avec soin dans une petite éprouvette. C'est alors que l'on prend le sang par la méthode que nous avons indiquée précédem-

(1) La présence fréquente des globules blancs et même des globules rouges dans ces liquides pathologiques peut encore modifier le résultat obtenu.

ment. L'aspiration d'une quantité déterminée du sang se fait à l'aide d'une pipette parfaitement calibrée et graduée qui ressemble à celle de M. Potain. Les divisions que porte le tube permettent de prendre 2 millimètres cubes, 2mm,5 ou 5 millimètres cubes de sang. Supposons, dit M. Hayem, qu'on en prenne 2 millimètres cubes. En les portant dans la petite éprouvette, qui contient 500 millimètres cubes de sérum, on aura un mélange au 251e. On comprend qu'il est facile d'obtenir de même des mélanges au 201e ou au 102e, soit en faisant varier la quantité de sérum, soit en prenant une quantitc plus grande de sang. Il suffit de souffler dans le tube en caoutchouc que porte la pipette pour faire tomber le sang au fond de l'éprouvette. En aspirant deux ou trois fois de suite un peu de sérum qu'on repousse aussitôt, on vide facilement tout le tube capillaire. On introduit alors dans la petite éprouvette contenant le sérum et le sang un agitateur terminé par une petite palette à l'aide duquel on fait un mélange aussi intime que possible.


Fig. 263.

L'appareil de MM. Nachet et Hayem se compose d'une petite cellule formée par une lamelle de verre mince perforée à son centre de manière à former une ouverture d'environ 1 centimètre de diamètre, et fixée sur une lame de verre porte-objet parfaitement plane. L'épaisseur a été diminuée d'une quantité déterminée à l'aide du sphéromètre, et on a ainsi une cavité dont l'épaisseur est mathématiquement connue (1). En déposant au centre de la cellule une goutte du liquide sanguin, et en la recouvrant immédiatement par une lamelle de verre très plane qui vient reposer sur les bords de la cellule, on obtient ainsi une couche de liquide, à surfaces parallèles, dont l'épaisseur est égale à un cinquième de millimètre. Si l'on a soin, dit M. Hayem, de bien placer la goutte de liquide à examiner au milieu de la cellule, et de ne pas la prendre assez volumineuse pour qu'elle remplisse la cavité tout entière, on n'aura pas à craindre le soulèvement de la petite lamelle par le liquide, phénomène qui se produit facilement lorsque la cellule contient une quantité surabondante de liquide.

Il ne reste plus maintenant qu'à recouvrir la cellule à l'aide de la petite lamelle. Pour empêcher celle-ci de glisser et pour s'opposer en

(1) Si théoriquement il en est ainsi, pratiquement la hauteur n'est jamais exacte, ce qui tient au mode de fabrication de ces cellules (par usure sur un tour d'opticien); souvent la hauteur est exacte sur un point et ne l'est pas dans les autres; en général cette hauteur est un peu plus considérable que celle indiquée. M. Malassez a trouvé qu'en moyenne il était suffisant de multiplier le nombre des globules trouvés par le coefficient 0,9 pour avoir le nombre véritable des globules contenus dans le sang.

même temps à l'évaporation du liquide sanguin, M. Hayem conseille d'humecter les bords de la lamelle avec de la salive.

On n'a plus alors qu'à compter les globules. Cette numération se fait par un procédé analogue à celui de M. Malassez. Dans l'oculaire, on a placé une glace sur laquelle est disposé un carré, et le tube rentrant du microscope est enfoncé dans sa monture, jusqu'à un trait calculé de façon que le côté du carré ait, avec l'objectif dont on se sert (nº 2 Nachet), une valeur d'un cinquième de millimètre, soit celle de la hauteur de la cellule. On a ainsi sous les yeux la projection d'un cube d'un cinquième de millimètre de côté. De plus, ce carré de l'oculaire est divisé en seize carrés égaux, dans lesquels on a placé des lignes réciproquement perpendiculaires qui n'arrivent pas jusqu'aux bords des petits

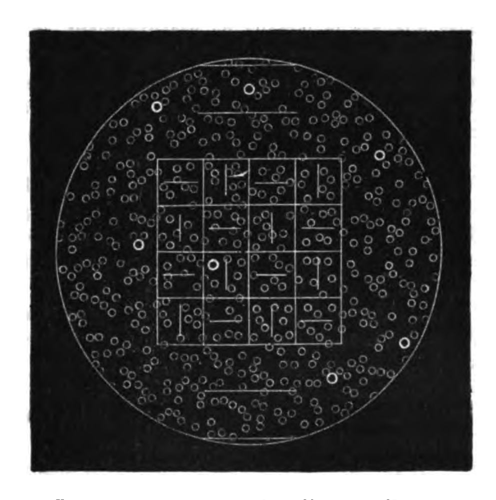


Fig. 264. — Appareil de MM. Naquet et Hayem.

carrés et qui sont destinées à faciliter la numération (fig. 264). Au bout de quelques minutes, les globules sont tombés par leur propre poids au fond de la cellule. En comptant ceux qui sont compris dans les seize petits carrés, on a très exactement le chiffre des globules contenus dans un cube d'un cinquième de millimètre de côté. Il suffira donc de multiplier ce chiffre par 124 pour savoir ce que renferme 1 millimètre cube de mélange, et, pour connaître la valeur d'un millimètre cube de sang, de multiplier le dernier chiffre trouvé par le titre de ce mélange (Hayem). Dans l'exemple choisi par l'auteur, c'est-à-dire avec un mélange au 251ᵉ, soit $x$ le nombre de globules comptés dans les seize carrés, il faudra multiplier $x$ par 125, puis par 251, soit $125 \times 251 = 31{,}375$. Si le mélange avait été fait au 201ᵉ, on aurait à multiplier $x$ par $125 \times 201 = 25{,}125$; avec un mélange au 101ᵉ, par $125 \times 101 = 12{,}625$.

Pour obtenir un résultat plus rapproché, M. Hayem, comme M. Malassez, conseille de faire la numération plusieurs fois de suite (1).

Quand on veut faire la numération des globules blancs, il faut faire usage d'un mélange sanguin au 101e. On comprend que dans ce cas les globules rouges sont si nombreux qu'il devient difficile de les compter, on fait alors un second mélange au 251e à l'aide duquel on compte les globules rouges.

Nous ne voulons pas donner ici les résultats qui ont été obtenus par les différents expérimentateurs qui se sont servis de ces deux méthodes. Les chiffres ne concordent pas toujours, il est sage d'attendre que des expériences plus nombreuses aient été faites. En général les chiffres donnés par la méthode de M. Hayem sont supérieurs à ceux obtenus par le procédé de M. Malassez. On a supposé que l'addition d'un peu de salive pour faire adhérer la lamelle de recouvrement, en soulevant la plaque, augmentait la hauteur du cylindre et la rendait supérieure à $\frac{1}{5}$ de millimètre; pour cette raison on aurait une augmentation dans le nombre des globules. Une objection plus sérieuse a été faite par M. le Dr Esbach, chef du laboratoire de clinique médicale à l'hôpital Necker. M. Esbach a bien voulu nous communiquer le résultat de ses recherches. Lorsqu'après avoir agité le mélange sanguin avec la petite spatule, on transporte à l'extrémité de celle-ci une goutte de liquide dans la cellule, il arrive que les globules suivant la densité du sérum gagnent plus ou moins rapidement l'extrémité de la goutte du liquide sanguin. En effet, dit M. Esbach, prenez du sérum constitué par une solution de sulfate de soude d'une densité de 1008, les globules se déposent très rapidement; dès qu'on a cessé d'agiter le mélange, ils gagnent les parties inférieures du liquide. Un phénomène identique a lieu dans la goutte du sérum sanguin. Or, comme on dépose précisément dans la cellule la partie la plus inférieure de la gouttelette, il se trouve qu'on y introduit en même temps une quantité anormale de globules.

Si maintenant on prend un sérum de composition analogue, mais de densité plus élevée, et se rapprochant davantage de la densité du sérum du sang, le phénomène est bien moins accentué, et la numération subséquente donne un chiffre notablement moindre de globules. Enfin si l'on emploie un sérum visqueux, comme celui de M. Potain, par exemple, mais sans addition de carbonate de soude, les variations seront encore moindres, parce que la répartition des globules sera plus égale.

(1) Nous trouvons dans un travail de M. le Dr Albin Meunier, intitulé : « Étude parallèle des globules rouges et blancs du sang et des principaux éléments de l'urine, dans quelques maladies aiguës », une observation touchant l'appareil d'Hayem. Elle nous a paru avoir un intérêt pratique. Pour rendre cet appareil plus parfait, dit l'auteur, il conviendrait d'ajouter au microscope un petit niveau d'eau qui permettrait d'avoir l'instrument toujours dans un plan horizontal; s'il dévie de ce plan, on a, par exemple, 150 globules dans un champ et 200 dans un autre. Il y a donc nécessité d'établir l'horizontalité.

Ainsi donc, avec la méthode de M. Hayem, moins le sérum est dense, plus l'erreur est grande et plus on est exposé à compter un trop grand nombre de globules.

Voici par quel moyen le Dr Esbach propose de se mettre à l'abri de cette cause d'erreur. Le mélange étant opéré, on y plonge la pipette capillaire que l'on emploie pour le sang, on aspire et on repousse plusieurs fois le liquide.

Enfin on pratique l'aspiration une dernière fois, et l'on emporte l'instrument chargé du mélange. L'extrémité est essuyée avec soin, et on laisse écouler la première goutte hors de la cellule, puis, touchant le fond de la cellule avec la pointe de la pipette, on y laisse tomber une quantité suffisante de liquide, que l'on recouvre immédiatement avec la lamelle. M. Esbach conseille l'emploi d'un sérum dont la densité varie entre 1020 et 1024.

Avec cet esprit à la fois si ingénieux et si pratique qui le caractérise, M. Esbach a apporté un notable perfectionnement aux méthodes de MM. Malassez et Hayem. Nous devons également à l'obligeance de l'auteur la communication de cette importante modification, à laquelle il a donné le nom de numération à la chambre claire. Au lieu d'un oculaire quadrillé, on se sert d'une chambre claire, munie dans son intérieur d'une glace quadrillée. On règle le tirage du microscope comme d'habitude. Sur une surface plane, un morceau de marbre par exemple, on pose une feuille de papier, puis sur celle-ci le microscope qui, par son poids, en assurera la stabilité.

Si, l'instrument étant au point, on regarde dans la chambre claire, on aperçoit la préparation comme si elle était sur le papier lui-même; de plus on voit très bien une plume ou un crayon à l'aide duquel on trace des lignes ou des points. A mesure que M. Esbach compte un globule, il le marque d'un trait à la plume. Arrivé au bas de chaque colonne de petits carrés, il inscrit le nombre des globules, et il fait de même pour chaque colonne. On voit que, grâce à cette méthode, on compte facilement les globules et qu'on ne risque pas de compter deux fois le même ni d'en oublier un seul qui, n'étant point marqué d'un point, s'offrirait de lui-même à la vue.

Pour rendre cette numération plus rapide encore, M. Esbach remplace la feuille de papier par une plaque de zinc; celle-ci est mise en rapport par un fil avec une pile au bichromate, à laquelle est également reliée la plume de l'opérateur par un fil souple. Sur le trajet de l'un des fils, est interposé un petit compteur électrique, dont la construction est des plus simples, puisqu'il consiste en un disque de bronze portant 300 petites dents numérotées, de telle sorte qu'à chaque globule marqué le compteur avance d'une unité. La seule préoccupation de l'opérateur consiste donc à faire des barres sur les globules, sans avoir à compter et sans erreur possible. Il y a de plus une grande économie de temps quand il s'agit de compter 300 ou 400 globules.

**Chambre humide graduée de M. Malassez.** — La chambre

humide graduée de M. Malassez, destinée à la numération des globules, se compose d'une lame métallique en cuivre fortement nickelée, portant, serti dans son centre, un disque épais de cristal ; ce disque est solidement fixé à la lame métallique, car il est monté sur elle au tour comme les verres des objectifs. Le disque de verre a environ 8 millimètres de diamètre ; tout autour de lui existe une rainure circulaire qui l'isole du reste de la surface de la lame du métal ; cette rainure a environ 2 millimètres de diamètre ; elle est destinée à isoler complètement la goutte de liquide qui se trouve sur le disque de verre. En dehors de la rainure se trouvent trois vis, dont la pointe fait saillie en dehors de la lame métallique ; c'est la saillie de

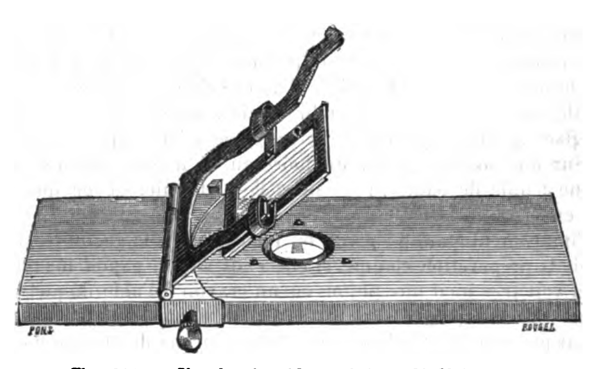


Fig. 263. — Chambre humide graduée de M. Malassez.

ces vis qui détermine la hauteur de la cellule, dans les chambres humides ordinaires, elle doit être de 1/50 de millimètre.

Afin de rendre inutile l'emploi d'un oculaire quadrillé et d'un réglage préalable du microscope, M. Malassez a fait graver sur la face supérieure du disque du verre un quadrillage. Ce quadrillage est formé de séries de traits parallèles gravés de manière à se couper à angles droits. Chaque série est formée dans le sens longitudinal de six traits écartés les uns des autres de 1/5 de centième de millimètre, et chaque série est séparée de la suivante par un espace de 1 centième de millimètre ; les séries transversales sont séparées les unes des autres par 1/4 de centième de millimètre et sont divisées en 4 par cinq traits, de sorte qu'on a une série de quadrilatères

ayant $1/4 \times \frac{1}{5} = \frac{1}{20}$ de centième de millimètre de surface ; une moitié de ces quadrilatères est divisée en 20 carrés plus petits, qui servent à faciliter la numération des globules rouges. En effet, chaque petit carré forme un point de repère ; les grands rectangles servent non seulement à isoler les uns des autres les rectangles divisés en petits carrés, mais ils servent à la numération des globules blancs, qui ne sont jamais si nombreux qu'il soit nécessaire qu'on s'aide pour les compter de points de repère.

Pour achever de déterminer la hauteur que doit avoir la goutte de liquide sur le disque de verre et par conséquent connaître le volume de cette colonne, il est nécessaire de poser sur les vis une lamelle. Ce dépôt présente quelques petites difficultés, il faut agir rapidement pour que le mélange sanguin n'ait pas le temps de se concentrer ; mais comme on ne peut pas laisser tomber de haut la lamelle, car il se produirait des bulles d'air dans le mélange, il faut la porter à la main jusque sur les vis, ce qui demande un certain temps et une certaine habileté, en raison du peu de prise qu'offre la lamelle ; il faut enfin la bien placer d'emblée, car en y touchant après coup, on risquerait de détruire l'homogénéité du mélange.

M. Malassez a fait ajouter à sa chambre humide, afin d'éviter ces inconvénients, un compresseur porte-lamelle qui a justement pour but de faciliter le dépôt de la lamelle sur les vis et de la maintenir fermement appliquée sur elles.

Il se compose d'un petit cadre à la face inférieure duquel on colle la lamelle couvre-objet avec un peu d'eau ou de salive. Ce cadre est supporté au moyen de deux ressorts par deux bras qui partent de l'un des côtés d'une charnière, tandis que l'autre côté de cette charnière peut se fixer au moyen d'une vis de pression sur la lame de la chambre humide. En agissant sur l'un des bras, qui est plus long que l'autre et dont l'extrémité est relevée quelque peu, il est facile de soulever le cadre et le couvre-objet, ou de les abaisser sur les vis ; et l'on peut opérer rapidement et sans brusquerie. Un petit crochet à ressort maintient tout le système abaissé, et il n'y a plus alors à craindre de soulèvement ou de déplacement de la lamelle, si on met un peu d'eau en dessous d'elle pour éviter l'évaporation du mélange sanguin.

Ce petit appareil offre de grands avantages; il expose cependant à une erreur qu'une fois prévenu il est facile d'éviter. En effet, il peut arriver que les ressorts soient un peu forcés et que la lamelle ne soit pas appliquée d'aplomb sur les vis, ce qui rendrait inégale l'épaisseur de la préparation. On devra donc, avant de se servir du compresseur, s'assurer s'il fonctionne bien. Pour cela on le rabattra sur les vis et on frappera doucement plusieurs petits coups répétés sur le milieu de la lamelle avec un corps qui ne fasse pas de bruit en la choquant (on peut employer par exemple un bout de papier roulé ou un petit bouchon de caoutchouc). Si elle n'est pas bien d'aplomb, on entendra un petit bruit produit par le choc de la lamelle contre les vis. Dans ce cas, il suffira de forcer un peu les ressorts en sens opposé, jusqu'à ce que la lamelle s'applique exactement sur les vis.

La chambre humide graduée, munie d'un compresseur porte-lamelles, d'un micromètre, est bien préférable à l'ancien appareil de M. Malassez et aux cellules de Hayem, Nachet, Gowers et Zeiss. En effet, elle présente sur le capillaire l'avantage d'être plus facile à vérifier, plus facile à manier et nullement fragile, et de ne pas exiger l'emploi d'un microscope réglé d'avance. Sur les cellules elle a l'avantage d'être plus facile à construire exactement; en effet, les cellules ne sont jamais exactes comme hauteur, elles sont tantôt trop hautes, tantôt trop basses, souvent de hauteur inégale, etc. La chambre humide graduée peut être réglée à volonté en faisant varier plus ou moins la hauteur des vis, et a l'avantage de moins exposer à un soulèvement intempestif du couvre-objet. En effet, le couvre-objet ne reposant que sur un petit nombre de points très limités (l'extrémité des vis), il y a peu de chance qu'il s'interpose un corps étranger quelconque qui le soulève; il n'y a pas à craindre un soulèvement dû à un excès de liquide, car le compresseur le maintient solidement en place.

Les lamelles qu'on emploie comme couvre-objet ne doivent pas être des lamelles ordinaires, car celles-ci sont simplement des fragments de sphères, par conséquent elles ne sont pas parfaitement planes; celles qu'il faut employer sont de petites

lames de glaces amenées à une épaisseur convenable par usure, puis polies.

Le mélange sanguin se fait, comme nous vous l'avons déjà décrit, à l'aide du mélangeur Potain. Après avoir collé la lamelle couvre-objet, à l'aide d'un peu d'eau, au cadre du compresseur, on dépose une goutte du mélange sur le haut du disque de verre, on rabat le compresseur, on place l'appareil sur le microscope et on attend quelques minutes que les globules

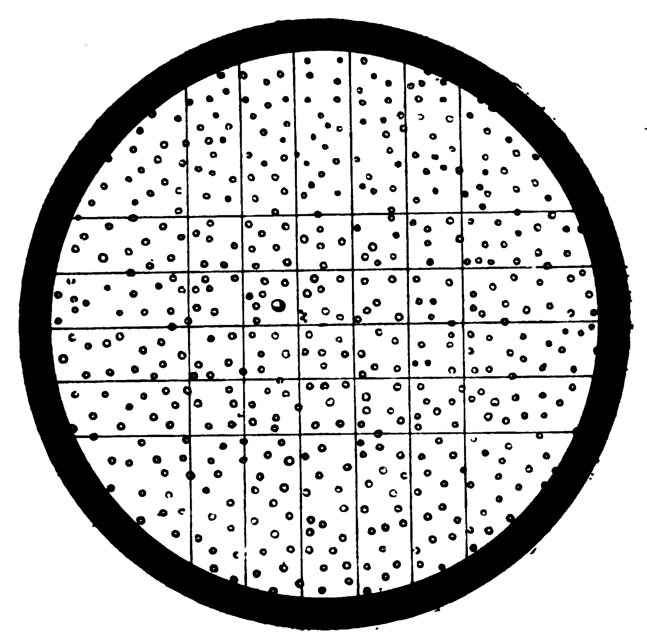


Fig. 266. — Aspect du quadrillage de la chambre humide et graduée de Malassez.

soient tombés dant le fond, pour faire la numération, afin qu'ils puissent être vus en même temps que les lignes du quadrillage micrométrique. Il ne faut pas attendre trop longtemps cependant, dans la crainte qu'il ne se détruise des globules, ou que, en se déplaçant, ils ne soient plus régulièrement disséminés. Pour cette dernière raison, la chambre humide doit être constamment maintenue dans un plan bien horizontal.

On compte alors tous les globules compris dans un départe-

ment micrométrique, en passant successivement en revue chacune des cinq branches verticales de quatre carrés. Pour plus de sûreté, il est préférable, si l'on a compté la première en allant de haut en bas, de compter la seconde en allant de bas en haut; la troisième de haut en bas, et ainsi de suite.

Quant aux globules qui se trouvent à cheval sur les lignes du quadrillage, il est absolument nécessaire de se faire une règle de conduite invariable, pour ne pas risquer d'en oublier ou de compter les mêmes deux fois. On ne comptera, par exemple, comme faisant partie d'un carré, que les globules qui se trouvent sur la ligne d'en haut et sur celle de droite; laissant de côté ceux qui sont sur les deux autres lignes et qui seront forcément comptés lorsqu'on fera la numération du carré sous-jacent et de celui de gauche. La même règle sera appliquée aux globules qui sont à cheval sur les lignes frontières du département micrométrique.

Les calculs sont excessivement simples; on se sert généralement d'une chambre humide donnant des préparations de 1/5e de millimètre d'épaisseur, et si l'on a fait un mélange au 100e, on se trouve avoir analysé la 10 000e partie d'un millimètre cube de sang; il suffit donc d'ajouter quatre zéros au nombre de globules trouvés dans un département micrométrique, pour avoir le nombre de globules par millimètre cube; avec un mélange au 200e, on comptera les globules compris dans deux départements contigus et, à la somme des nombres trouvés, on ajoutera encore quatre zéros. Avec des mélanges au 300e, au 400e, ou au 500e, on fera la même opération après avoir compté les globules dans trois, quatre ou cinq départements.

Si l'on s'est servi d'une chambre humide de hauteur moitié moindre, on comptera, toutes choses égales d'ailleurs, dans un nombre double de départements; dans deux pour un mélange au 100e, dans quatre pour un mélange au 200e etc.; et aux sommes trouvées on ajoutera toujours quatre zéros.

Pour plus d'exactitude, on répétera plusieurs fois ces analyses élémentaires, et on prendra la moyenne des résultats obtenus.

Les globules blancs étant en général beaucoup moins nombreux que les rouges, l'analyse, pour être exacte, doit porter sur une plus grande quantité de sang; aussi faut-il se servir de mélanges plus concentrés et passer en revue de plus grandes étendues de préparations. En dehors de cela, les procédés opératoires sont les mêmes.

Si la chambre humide employée est graduée au 50e, et si l'on a fait un mélange au 100e, on comptera les globules dans une rangée de dix départements micrométriques, et comme on se trouvera avoir ainsi analysé la 1000e partie d'un millimètre cube de sang, il suffira d'ajouter trois

zéros au nombre trouvé. Avec un mélange au 200e, on fera la numération dans deux rangées de dix départements et à la somme on ajoutera encore trois zéros. Si la chambre est au 10e seulement, on comptera les globules dans un nombre double de départements, et à la somme on ajoutera encore trois zéros.

Si la chambre est au 10e seulement, on comptera les globules dans un nombre double de départements; dans vingt avec un mélange au 100e, dans 40 avec un mélange au 200e et aux sommes trouvées on ajoutera trois zéros.

Il est nécessaire de nettoyer avec soin, après chaque numération, le mélangeur et la chambre humide.

Pour le mélangeur, on commence par le vider de son contenu sanguin, puis on le remplit plusieurs fois de suite d'eau distillée. Pour le vider, il est plus rapide de souffler avec le tube de caoutchouc par sa longue portion, de façon à faire sortir le liquide par la courte portion.

Si l'on avait une seconde numération à faire immédiatement après une autre, il faudrait laver l'appareil avec du sérum artificiel, afin que le sang nouveau qui va y pénétrer ne soit pas altéré par ce qui resterait d'eau.

Il est bon de laver de temps à autre le mélangeur avec une lessive de potasse ou de soude. Si le sang venait à se coaguler dans la longue portion du mélangeur, on plongerait la pointe de l'appareil dans la lessive alcaline; au bout de quelques heures, sous l'influence du retrait du caillot et de l'action chimique, il devient très facile, soit en soufflant, soit en aspirant, de chasser le sang coagulé.

Le couvre-objet détaché de son cadre et la chambre humide sont lavés à l'eau, puis essuyés avec un linge fin. Il faut prendre garde de ne pas rayer la surface du porte-objet, sur laquelle sont gravées les divisions micrométriques.

Il est possible de régler assez facilement soi-même la hauteur des chambres humides en faisant jaillir plus ou moins la pointe des vis; mais il nous est impossible d'entrer dans le détail de ces opérations et nous renvoyons au mémoire de M. Malassez (1), sur les procédés à employer pour effectuer ce

(1) L. Malassez, Sur les perfectionnements les plus récents apportés aux méthodes et aux appareils de numération des globules sanguins, et sur un nouveau compte-globules, in *Archives de physiologie normale et pathologique*, 1880.

réglage et sur les moyens qui permettent de vérifier si la hauteur de la chambre humide que livre le fabricant est exacte.

### § 5. SUR LES GLOBULES, MICROCYTES OU PETITS GLOBULES, GLOBULINS DE DONNÉ, CORPUSCULES ÉLÉMENTAIRES DE ZIMMERMAN, ET HÉMATOBLASTES.

D'après Hayem, les petits globules du sang ont une forme sphérique et mesurent de 3 à 6 μ. Leur coloration est variable; les plus petits sont à la fois plus réfringents et d'une coloration plus foncée que les autres globules; d'autres sont au contraire plus pâles et comme en voie de dissolution (1). Sous ces apparences, dit M. Hayem, différents observateurs, entre autres Masius et Vanlair, ont pris ces hématies pour des éléments particuliers, qu'ils ont décrits sous le nom de *microcytes*. D'après le même auteur, ces prétendus microcytes ne préexisteraient pas dans le sang, ils ne seraient que le produit des réactions causées par les agents extérieurs. Leur nombre varie dans une préparation suivant la façon dont elle a été faite.

Outre ces éléments, on en trouve dans le sang qui, bien que d'une extrême ténuité, n'en présentent pas moins les caractères propres à l'hématie, c'est-à-dire qu'ils sont à la fois discoïdes et biconcaves. Bien qu'ils ne mesurent que 2μ, ils ont la même forme que les globules normaux. Outre ces globules extrêmement petits, il y en a en revanche qui sont extrêmement développés et qui mesurent jusqu'à 12 et 14μ. Entre ces derniers et ceux qui ne mesurent que 2μ on peut trouver une foule d'intermédiaires étant tout à la fois discoïdes et biconcaves. D'après M. Hayem, les globules en boule et fortement colorés, dont nous parlions plus haut, seraient dans une sorte d'état tétanique. C'est ainsi que certains réactifs leur rendraient, en les tuant, leur forme normale, c'est-à-dire biconcave.

Quant aux globules pâles en voie de dissolution, ce seraient des éléments très vulnérables ayant subi plus facilement que les autres l'action des agents extérieurs.

(1) G. Hayem, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, du 28 mai 1877.

Nous énumérons ci-après quelques-unes des conditions dans lesquelles ces globules *nains* ont été observés.

Le sang de l'enfant nouveau-né en contient beaucoup; ils sont rares chez l'adulte bien portant; pendant la période menstruelle on en trouve un certain nombre chez la femme.

A l'état pathologique voici quelques-unes des maladies dans lesquelles on rencontre à la fois et des globules *nains*, et de petits globules sphériques : à la suite d'hémorrhagie, d'accouchement, d'épistaxis, d'hémoptysie, d'hématémèses, de métrorrhagie, etc., les globules rouges, d'abord moins nombreux, commencent à se multiplier, on voit apparaître des globules *nains* et des globules sphériques. Le même fait se représente à la fin de certaines maladies, telles que la fièvre typhoïde, la variole, le rhumatisme, etc. Il en est de même dans les anémies chroniques.

De ses nombreuses observations cliniques, M. Hayem conclut que les petits globules rouges de sang, aussi bien à l'état pathologique qu'à l'état normal, se montrent toutes les fois qu'il se fait une production active de nouveaux éléments. Ils caractérisent un sang en voie d'évolution ou de réparation ; ce sont des globules jeunes et incomplètemeut développés. Ils ne diffèrent des globules adultes que par leur exiguïté et la facilité avec laquelle certains d'entre eux deviennent sphériques lorsqu'ils sont sortis des vaisseaux.

### § 6. DÉVELOPPEMENT DES GLOBULES SANGUINS

*Développement des globules sanguins. — Formation de la fibrine; ses propriétés, ses caractères différentiels.* — M. Hayem examinant le sang de certains vertébrés ovipares (V. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 12 novembre 1877) constata la présence, d'une manière constante, de cellules incolores différant essentiellement des globules blancs. Ces éléments, en se développant progressivement, deviendraient des globules rouges parfaits, et pour cette raison M. Hayem les a désignés sous le nom d'*hématoblastes*. Cet observateur a constaté leur présence chez tous les vertébrés ovipares examinés par lui (divers oiseaux, tortue, lézard, couleuvre, grenouille, crapaud, triton, axolotl et divers poissons).

Dans leurs transformations successives, les hématoblastes passent par deux phases principales. A un premier degré de développement, ils sont constitués par des éléments pâles et délicats qu'il est difficile de dis-

tinguer des globules blancs. Ils en diffèrent, dans le sang pur, par la transparence et la faible réfringence de leur protoplasma ; par la viscosité de ce protoplasma, propriété qui les fait adhérer entre eux et former des amas considérables, auxquels viennent s'accrocher des globules rouges en dessinant une sorte de rosace. En outre, ils ont une forme plus ou moins allongée, parfois anguleuse ; leur noyau est toujours unique et plus net que le corps de l'élément, ce qui est l'inverse de ce qu'on observe dans les globules blancs. La forme du noyau des hématoblastes varie avec l'espèce animale, mais, dans une même espèce, il est toujours semblable à celui du globule rouge adulte ; quelquefois cependant il est un peu plus gros et un peu plus allongé.

Dans la seconde phase du développement, la plaque protoplasmique prend de plus en plus nettement l'apparence d'un petit disque ; les éléments perdent leur viscosité ; ils se présentent avec des caractères peu différents d'un animal à l'autre. Le disque poursuit son développement en se rapprochant graduellement, dans la plupart des cas, de la forme du globule rouge adulte.

M. Hayem a également recherché la présence de ces éléments dans le sang de l'homme et chez les vivipares. Leur diamètre est très petit et oscille entre $1\mu, 5$ à $3\mu$ ; pour les voir d'une façon nette, il est nécessaire d'employer des grossissements assez forts. Ils sont très altérables. Immédiatement après leur sortie des vaisseaux, ils deviennent épineux, se plissent et ont de la tendance à se grouper. Cette tendance est moins prononcée chez l'homme que chez certains animaux.

Pour étudier ces éléments, M. Hayem conseille l'emploi de liquide amniotique iodé, dont on laisse préalablement évaporer l'excès d'iode. Sous l'influence de ce réactif, ils deviennent d'abord épineux, puis ils reprennent leur forme normale qui est déjà le plus souvent discoïde et biconcave. Parmi les hématoblastes les plus développés, il y en a qui sont déjà nettement colorés par l'hémoglobine, de sorte qu'ils constituent un état intermédiaire entre l'hématoblaste et le globule rouge à l'état parfait. Avant d'avoir acquis leur entier développement, il y a des hématoblastes qui ont tous les caractères du globule rouge, ce sont ces hématies extrêmement petites que nous avons appelées plus haut, d'après M. Hayem, globules *nains*.

Dans la séance de la Société de biologie, du 2 février 1878, M. G. Pouchet a fait une communication sur ce même sujet. Après avoir établi que les corpuscules décrits par M. Hayem sous le nom d'hématoblastes avaient été entrevus par Donné en 1840, qui les confondit avec les granulations du chyle, et parfaitement décrits en 1846, par Zimmermann, qui les appelle corpuscules élémentaires, et plus tard par M. Robin, sous le nom de *globulins*, M. G. Pouchet a donné une nouvelle description de ces corps. D'après ce savant anatomiste, leurs dimensions seraient très variables ; les plus petits que l'on aperçoive nettement sont allongés et mesurent $2\mu$ de long environ, sur $1\mu$ au plus de large. Ils sont nettement atténués aux extrémités, riziformes et ont dès cette époque une

très grande tendance à s'agglutiner, soit entre eux, soit aux hématies ou aux leucocytes, contre lesquels ils se montrent souvent fixés par le travers ou par une de leurs extrémités. A coté de ces corps on en trouve d'autres nettement reconnaissables pour le même élément anatomique, mais ayant atteint des dimensions plus grandes. Ils sont aplatis, ovoïdes, mesurant 3 à 4µ de long sur 2 à 3µ de large. Leurs bords sont nets, leur substance peu réfrangible, sans granulations visibles, bien qu'elle ne présente pas la même transparence que celle des hématies. On ne voit aucune trace de noyau ou de nucléole. Ces éléments commencent à offrir une très faible réaction hématique; ils fixent en même temps très légèrement le carmin et deviennent un peu rosés, sans jamais se teinter à l'unisson des noyaux des leucocytes. Le développement de ces éléments anatomiques paraît se faire rapidement, et ils gardent leur forme ovoïde aplatie. Bientôt leur grand axe dépasse celui des hématies normales, ils constituent alors une variété constante d'hématies qui ne semble pas avoir fixé l'attention des anatomistes. C'est seulement alors que l'élément commence à se bourreler sensiblement, en même temps qu'un retrait, se produisant dans le sens de son grand axe, tend à lui faire prendre la figure discoïde définitive de l'hématie. Ces éléments se trouvent à l'état normal dans le sang de l'homme, et on peut les faire apparaître en grand nombre dans le sang des animaux, en les soumettant à des hémorrhagies soutenues jusqu'à la syncope (G. Pouchet).

Poussant plus loin ses recherches, M. G. Pouchet a essayé de déterminer l'origine de ces corps élémentaires (*Société de Biologie*, mars 1878). Pour cet observateur les corpuscules appelés à devenir des hématies dériveraient peut-être du corps des leucocytes et en seraient des émanations devenues libres. Un premier fait à noter, c'est que ces corpuscules présentent, au début, exactement toutes les réactions de la substance du corps des leucocytes, avec les matières colorantes. D'autre part la substance du corps des leucocytes apparaît chez tous les vertébrés comme apte par excellence à fixer l'hémoglobine aux dépens du sérum ambiant. M. Pouchet se demande si ces corps élémentaires ne seraient pas des émanations et comme des rejets du corps des leucocytes, se faisant alors par un mécanisme cellulaire intime, analogue à celui qui a pour résultat l'expulsion des globules polaires par le vitellus.

La vérification de cette hypothèse par l'expérience était d'ailleurs difficile. En effet, la condition même de l'évolution normale des leucocytes est leur circulation, qui ne nous permet pas de les garder attachés sous nos yeux ; dès qu'un leucocyte est immobilisé, il n'est plus dans des conditions normales. Mais d'autre part, en comprimant légèrement une veine mésentérique d'un lapin, jusqu'à ce que la nappe de sérum n'entraîne plus qu'un petit nombre d'éléments figurés, M. G. Pouchet a pu voir des leucocytes se fixer aux éléments des parōis vasculaires, en groupes plus ou moins nombreux. Ces groupes sont communément accompagnés d'un amas plus ou moins considérable de corpuscules élémentaires. On rencontre également souvent dans le sang, des leucocytes auxquels sem-

blent adhérer des corpuscules élémentaires. Toutefois, M. Pouchet, ne donne son hypothèse qu'à titre provisoire pour expliquer l'origine de corps, que nous ne voyons pas dériver directement de cellules.

Les recherches plus récentes de M. Malassez sur le développement des globules du sang l'ont conduit à une opinion différente des précédentes que nous analyserons ici, parce qu'elle semble marquer un pas décisif dans nos connaissances sur cette question.

En 1868, Neumann attira l'attention sur certaines cellules de la moelle des os qui avaient la forme et les dimensions des globules blancs, mais dont le protoplasma était homogène, jaune et réfringent comme celui des globules rouges. Il reconnut qu'elles étaient semblables aux cellules nucléées du sang des mammifères; adoptant les idées de Kœlliker, il les regarda comme des formes de passage entre les globules blancs et les globules rouges et en conclut que la moelle des os était le siège d'une néoformation globulaire. Bizzozero, peu de temps après, fit des observations presque semblables. La transformation s'effectuerait par la sortie du noyau hors de la cellule rouge d'après Rindfleisch, par sa disparition lente d'après Neumann. M. Malassez a montré qu'il n'en était rien, que l'on voyait apparaître sur l'un des côtés de la cellule un bourgeon, qui petit à petit se pédiculisait, enfin se détachait de la cellule mère, afin de constituer un globule sanguin. Au moment où ils se détachent de la cellule mère, les globules sanguins sont sphériques, petit à petit ils prennent la forme de disques biconcaves, par suite d'un processus inconnu, dans lequel la contraction de la substance du globule paraît jouer un certain rôle, et dans lequel entrent peut-être jusqu'à un certain point des phénomènes de déshydratation qui sont pour nous encore mal connus.

Ce bourgeonnement des cellules mères des globules sanguins explique fort bien comment il se fait que dans le même sang les globules ne possèdent pas tous le même diamètre, comment il se fait surtout que dans la convalescence de quelques maladies graves le volume des globules soit en général au-dessous de la moyenne; enfin il explique fort bien comment il peut se faire que dans le sang on trouve presque toujours des globules nains, — globulins — car il n'y a rien d'étonnant à ce que des bourgeons plus petits que d'autres se détachent de la cellule mère. On ne peut ici invoquer la non-probabilité du phénomène : comme il est impossible de suivre le bourgeonnement d'une cellule mère de globules sanguins, il faut s'adresser à une cellule qui puisse vivre sous la lentille du microscope, et qui se reproduise par bourgeonnement. La levûre est dans ce cas; si on suit au microscope la multiplication des cellules de levûre, on verra assez souvent des bourgeons bien inférieurs comme volume à la moyenne se détacher de la cellule mère.

Quant aux cellules mères des globules rouges, elles paraissent également se reproduire par bourgeonnement, mais le bourgeonnement, au lieu d'englober une faible portion du protoplasma de la cellule, en englobe une forte portion ainsi qu'une partie du noyau.

M. Malassez a observé la même formation dans la rate; il existe sans

doute chez l'adulte d'autres organes que la rate et la moelle des os comme organes hématopoiétiques, mais nous ne les connaissons pas.

Chez l'embryon et le nouveau-né, on sait qu'il se forme dans le grand épiploon des vaisseaux isolés de la circulation générale renfermant des globules rouges (Ranvier); il en serait de même dans le tissu cellulaire (Scheffer), dans le cartilage (Heitzmann); enfin dans certaines tumeurs à myéloplaxes il se formerait également des vaisseaux et des globules sanguins (Malassez et Monod).

Si nous avons insisté un peu longuement sur les hématoblastes, c'est parce que, outre leur rôle physiologique, ils auraient, d'après M. Hayem, dans la formation de la fibrine, une influence prépondérante.

En faisant passer, à l'exemple de M. Ranvier, à travers une préparation de sang coagulé de grenouille, un courant de sérum iodé, on voit, d'après M. Hayem, que les hématies disposées en rosaces autour des amas d'hématoblastes sont fixées dans cette situation par des filaments fins partant du centre des rosaces. Cette sorte de lavage entraîne un certain nombre d'éléments, et il devient facile de constater que les hématoblastes se sont transformés en corpuscules irréguliers, anguleux, étoilés, et que de la surface de ces éléments et de leurs prolongements partent des fibrilles extrêmement fines et délicates, qui se divisent et s'entre-croisent, en formant un réseau, dont les derniers filaments, extrêmement ténus, ne se voient bien que lorsqu'ils ont été colorés par l'iode.

Les fibrilles principales et les plus épaisses relient entre eux les hématoblastes qni occupent le centre des rosaces; la plupart des autres rattachent les hématies autour de ce même centre, à l'aide de fibrilles qui les déforment de diverses manières.

Les hématoblastes d'où émane le réseau de fibrilles sont faciles à reconnaître, malgré les altérations qu'ils ont subies; on en distingue souvent encore le noyau unique et volumineux. Avec le sang de l'homme, les choses se passent à peu de chose près, comme chez la grenouille. Les hypothèses faites pour expliquer ces faits, les déductions qu'on en a tirées ne nous paraissent pas encore suffisamment établies (1).

(1) On sait (V. Cornil et Ranvier) que des globules rouges du sang ajoutés à certains exsudats liquides, celui de la pleurésie par exemple, y

Quand on examine de la fibrine au microscope, deux cas peuvent se présenter : ou la fibrine s'est formée après que les globules ont gagné, en vertu de leur poids, la partie inférieure du vase ou de la cavité, qui les renferment, ou elle s'est coagulée en entraînant dans ses mailles une certaine quantité des globules rouges. Dans le premier cas la fibrine est isolée et presque à l'état de pureté; dans le second, on a une disposition analogue à celle représentée dans la figure ci-dessus. Quand la fibrine est isolée et qu'on l'examine avec un grossissement de 250 diamètres,

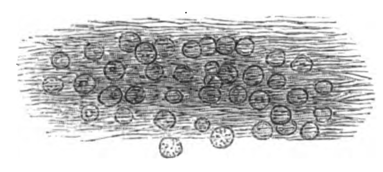


Fig. 267. — Fibrine ayant emprisonné des globules blancs.

déterminent la formation de la fibrine. Peut-être la coagulation se produit-elle par l'action ci-dessus décrite des hémastoblastes.

M. Ranvier, dans son *Traité technique d'histologie*, avait appelé l'attention sur le rôle des vésicules élémentaires de Zimmermann. Il en avait distingué deux espèces : les premières, sphériques comme de petites gouttelettes de graisse; les autres, anguleuses et de forme variée et paraissant, au premier abord, être des débris de globules blancs, dont elles diffèrent en ce que l'eau ne les altère pas. Elles sont colorées par l'iode, mais elles demeurent incolores dans les solutions carminées, ce qui, d'après Ranvier, tendrait à les rapprocher de la fibrine.

Ayant fait par un procédé spécial (*loc. cit.*, p. 215) une préparation de sang humain, M. Ranvier attendit que la coagulation fût accomplie, puis il arrosa la préparation avec une pipette et de l'eau distillée, jusqu'à ce que la lame ne représentât plus de coloration du tout. Ayant ensuite examiné sa préparation à un grossissement de 400 à 500 D., le réticulum fibrineux apparut d'une façon nette avec une disposition très particulière et représentée dans l'ouvrage de M. Ranvier. Cet observateur avait vu que des fibrilles d'une extrême minceur partaient de granulations anguleuses ayant de $1\mu$ à $5\mu$ de diamètre.

Pour M. Ranvier, et c'est en cela que son opinion diffère de celle de M. Hayem, ces granulations auraient les mêmes propriétés micro-chimiques que les fibrilles; elles ne sont ni gonflées, ni amoindries par l'eau; ce réactif n'y détermine pas de vacuoles; les granulations sont colorées par l'iode et par le rouge d'aniline, de même que les fibrilles qui s'en détachent, et leur coloration paraît même plus intense, parce qu'elles sont plus épaisses que les fibrilles. En résumé, M. le professeur Ranvier a observé, le premier, le rôle de ces granulations anguleuses dans la formation du coagulum fibrineux; pour lui, ces granulations ne seraient

elle apparaît sous la forme d'un fin lacis de fibrilles diversement anastomosées et entremêlées. La forme et la dimension de ces fibrilles n'est pas régulière. Quelquefois la fibrine peut se présenter sous forme de caillots d'apparence variable et de texture homogène ; mais sous l'influence de différentes préparations, q'uon lui fait ordinairement subir, en vue d'un examen microscopique, les fibrilles ne tardent pas à apparaître.

D'après MM. Cornil et Ranvier, pour bien voir le réticulum fibrineux, il faut faire durcir le caillot dans l'alcool et pratiquer des coupes très minces qui, après macération dans l'eau, sont nettoyées au pinceau. Lorsqu'on fait agir de l'eau sur un petit fragment du caillot pour dissoudre les globules rouges sans attaquer la fibrine, celle-ci apparaît sous forme de lames irrégulières, anostomosées.

Rappelons que c'est à la rétraction du réticulum fibrineux qu'est due la diminution de volume des caillots sanguins ; il se fait une sorte d'expression, en vertu de laquelle la partie liquide est chassée du caillot.

Le réactif par excellence de la fibrine est l'acide acétique. Ce réactif gonfle la fibrine, lui donne un aspect homogène et gélatineux et finit par la dissoudre complètement. On distingue ainsi la fibrine du mucus, qui ne se dissout pas dans ce réactif; le mucus se dissout de plus dans les alcalis.

Comme nous l'avons vu plus haut les filaments de fibrine sont colorés par l'iode; ils résistent à l'action du picrocarminate d'ammoniaque (1).

Lorsqu'on examine le sang d'un animal qui vient de faire un très copieux repas, on voit, surtout quand des matières grasses ont été ingérées en abondance, un nombre plus ou moins con-

que de la fibrine, et elles agiraient de la même façon qu'un cristal de sulfate de soude plongé dans une solution saturée du même sel. Toutefois M. Ranvier admet que ces corpuscules sont probablement des éléments normaux du sang. Nous avons exposé plus haut l'opinion de M. Hayem.

(1) Il est très important de savoir caractériser la fibrine en raison de la forme particulière qu'elle peut prendre. C'est ainsi qu'on la rencontre souvent dans l'urine, où elle a un aspect vermiforme, qui préoccupe à tort les malades, en les trompant sur la véritable nature de ces filaments fibrineux.

sidérable de corpuscules sphériques, très réfringents et légèrement jaunâtres; ce sont des globules de graisse. Ils viennent en grande partie des vaisseaux chylifères. Quelquefois ils sont en nombre si considérable, que le sérum prend un aspect laiteux. La propriété caractéristique de ces éléments, c'est d'être solubles dans l'éther.

## B. — SANG A L'ÉTAT PATHOLOGIQUE.

Nous avons vu que les globules sanguins s'altéraient avec la plus grande facilité, sous les influences diverses que nous avons énoncées; il faudra donc bien se mettre à l'abri des causes d'erreur et ne pas prendre pour des altérations pathologiques de simples accidents de préparation.

Les globules du sang peuvent être modifiés :

1° Dans leur nombre ;

2° Dans leur forme et dans leurs dimensions ;

3° Dans leur constitution chimique.

L'état pathologique dans lequel ces altérations ont été le mieux étudiées est l'anémie.

1° Nous ne parlons pas des modifications dans le nombre.

2° En général, en raison d'un défaut de consistance, les globules éprouvent des déformations variables. Lorsque ces déformations sont peu accentuées, les globules, au lieu d'être parfaitement circulaires, prennent une forme ovalaire allongée. Quand, au contraire, elles sont bien prononcées, elles donnent aux hématies des apparences très variables qui sont comparables aux formes d'un bâtonnet, d'une raquette, d'un corps ovalaire étiré en pointe, à l'une des extrémités ou aux deux.

Le sang des anémiques contient presque toujours un certain nombre de globules plus petits que les plus petits globules du sang normal. Le diamètre de ces petits éléments, varie de 2 μ,2 à 6 μ; les petits globules ne mesurant que 2 μ,2 à 2 μ,5, sont rares et toujours peu nombreux, tandis qu'il est fréquent d'en trouver un grand nombre mesurant 3 μ,3; 3 μ,8; 4 μ; 5 μ. Les plus communs sont ceux qui mesurent de 4 μ,5 à 6 μ.

A côté de ces globules, il y en a d'autres, qui ont reçu le

nom de *globules géants* en raison de leurs dimensions anormales. C'est ainsi que M. Hayem en a rencontré qui avaient jusqu'à 14 μ; mais en moyenne, ils n'atteignent que 10 à 12 μ. Leur forme est régulièrement discoïde, comme celles des globules sanguins normaux, mais en revanche, ils sont moins nettement aplatis au centre et beaucoup moins épais que les globules sanguins, à l'état normal.

M. Hayem a résumé de la façon suivante les altérations observées dans les dimensions des globules, sous l'influence de l'anémie chronique : dans tous les cas d'anémie chronique, d'une certaine intensité, la moyenne des dimensions globulaires est toujours supérieure à la normale. M. Malassez a publié des observations dans les *Archives de physologie* qui démontrent qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Manassein, d'après Duval et Lereboullet, aurait constaté que la diminution dans les dimensions du globule sanguin est en corrélation, avec une suractivité pathologique] de ses échanges (fièvre), ou bien encore avec une moindre absorption d'oxygène, due à une réduction notable de l'activité respiratoire.

M. Gubler a constaté l'augmentation de volume des globules rouges, dans un cas de maladie d'Addison; M. Vulpian a retrouvé la même particularité dans un cas de cyanose cardiaque (*loc. cit.*, p. 47), et M. Malassez dans le sang des saturnins. On a décrit un grand nombre de variétés de déformations des globules sanguins, dans différentes maladies infectieuses. Nous sommes loin de nier ces déformations, mais en considérant que dans ces cas particuliers, les globules sont en général beaucoup plus altérables qu'à l'état normal, nous préférons ne pas insister sur les descriptions données par les auteurs (1). Sous l'influence de certains agents toxiques, on a observé la diffluence des globules sanguins. Il est très important de noter que lorsqu'il y a accumulation des acides biliaires dans le sang par le fait d'ictère grave, par exemple, il y a pour ainsi dire dissolution des globules sanguins, et formation très rapide, d'après Duval et Lereboullet, de cristaux d'hémoglobine (2).

(1) Coze et Feltz, *Recherches sur les maladies infectieuses*. Paris, 1872.
(2) Duval et Lereboullet, p. 57.

Le globule sanguin peut encore subir des modifications, dans sa composition chimique, par la fixation de certains gaz toxiques, tels que l'acide cyanhydrique ; on reconnaît ces altérations par la spectroscopie.

3° Certains de ces globules sont également altérés dans leur constitution chimique; c'est ainsi que les globules rouges des anémiques sont souvent décolorés (1). Chose importante à noter, cette décoloration porte de préférence sur les globules dont les dimensions sont normales. Nous avons vu que les globules géants perdaient en épaisseur ce qu'ils avaient gagné en étendue; au point de vue de la coloration, ils sont également très inférieurs aux globules normaux. Quelquefois, dans des cas d'anémie très profonde, la décoloration porte indistinctement sur tous les globules. Ces observations ont conduit les auteurs à étudier le pouvoir colorant du sang, c'est-à-dire la richesse du globule en hémoglobine. Ces recherches ont été faites à l'aide d'instruments spéciaux appelés *Colorimètres*, dont la description ne rentre pas dans notre sujet.

### § 1. DE LA MÉLANÉMIE.

On désigne généralement sous ce nom, un état particulier du sang, contenant soit des granulations pigmentaires libres, soit des globules blancs, renfermant des particules pigmentaires, ce qui est le cas le plus général.

MM. Cornil et Ranvier ont observé, à Paris, chez des sujets atteints de fièvre pernicieuse, d'origine palustre, la pigmentation des globules blancs; Virchow a fait la même observation. Brown-Séquard a de nouveau retrouvé ces globules pigmentaires, dans un cas de maladie d'Addison. Kelsch, 22 fois sur 24, a trouvé ces globules pigmentés dans le sang de malades atteints de fièvre paludéenne.

Voici le procédé à suivre pour mettre ces globules nettement en évidence. Après avoir recueilli une goutte de sang, il faut la délayer dans une faible quantité de sérum artificiel, afin de

(1) Donné, en 1844, avait fait une remarque semblable.

bien isoler les globules rouges et d'éviter ainsi les amas qui masquent les globules mélanifères.

Ces particules pigmentaires, d'après Cornil et Ranvier, sont arrondies ou anguleuses, d'un noir intense, d'un diamètre variant depuis une extrême petitesse, jusqu'à 8 ou 9 μ. Les auteurs ne parlent ici que des particules seules et ne comprennent pas, dans leur mensuration, le globule blanc qui les renferme. Ces globules, le plus souvent sphériques, mesurent de 7 à 15 μ, renfermant de trois à six granules arrondis de 1μ. On comprend que ces mensurations n'ont rien d'absolu et qu'elles subissent une foule d'exceptions.

Le globule blanc se comporte vis-à-vis du pigment pathologique, comme en général il le fait en présence d'une matière colorante pulvérulente et inorganique. C'est ainsi que si l'on injecte dans le sang d'un animal du vermillon en poudre impalpable, suspendu dans l'eau, les globules blancs s'emparent de ces fines granulations et les transportent dans les organes.

### § 2. ALTÉRATION DES GLOBULES BLANCS.

Nous ne pouvons comprendre sous ce nom les nombreuses variations numériques des globules blancs, dans divers états pathologiques, dont le plus typique est la leucocythémie. Dans cette affection le nombre des globules blancs est considérablement augmenté, et le sang peut prendre un aspect presque laiteux. Dans un cas observé par MM. Cornil et Ranvier, le nombre des globules blancs dépassait celui des globules rouges. Quand on examine une préparation de sang leucémique, sans y ajouter d'eau, on voit les globules blancs, sous la forme de corpuscules granuleux, dont la dimension varie entre 7 et 12μ ; après addition d'eau, ces globules se gonflent, deviennent plus transparents, et l'on distingue dans les uns tantôt un seul noyau, tantôt deux, quelquefois plus (Cornil et Ranvier).

La seule altération proprement dite, qui ait été observée dans les globules blancs est la dégénérescence graisseuse (Iœderholm). MM. Charcot et Vulpian ont également observé dans un

cas de leucocythose, que les globules blancs étaient infiltrés de granulations à bords réfringents, ne se dissolvant pas dans l'acide acétique (1).

### § 3. CRISTAUX DE CHOLESTÉRINE DANS LE SANG.

Voy. Cholestérine.

### § 4. MICRO-ORGANISMES DANS LE SANG.

Dans certaines maladies infectieuses, spontanées ou provoquées, on a constaté depuis longtemps la présence de micro-organismes dans le sang.

Le rôle joué par ces micro-organismes paraît aujourd'hui bien démontré pour plusieurs affections. Lorsqu'ils se trouvent dans le sang en s'y reproduisant ils donnent lieu en raison de l'exercice de leurs fonctions vitales à des troubles considérables dans l'hématose.

(1) Le *Journal de médecine et de chirurgie pratiques* de novembre 1878, rapporte, d'après le *New-Orleans medical Journal*, les constatations faites par le Dr J. Jones, au sujet de taches de sang. Il s'agissait d'un meurtre commis sur un vieillard, au moyen d'un instrument contondant, qui avait amené une fracture du crâne, avec perte de sang considérable. Le coupable supposé fut arrêté, portant sur ses vêtements des taches qu'il prétendait être produites par de la peinture. Les pièces du vêtement furent envoyées au Dr Jones, qui les examina au microscope et constata tout d'abord, que ces taches étaient bien constituées par du sang humain? mais, de plus, il crut devoir préciser et annoncer que le sang provenait d'un sujet qui avait eu récemment, ou qui avait encore au moment du meurtre, des atteintes de malaria. Il se fondait pour cela surtout, sur la grande quantité de globules blancs qu'on y rencontrait. Le Dr Jones, appelé devant la cour, donna une démonstration évidente de ce qu'il annonçait. Or l'enquête prouva, par de nombreux témoignages, que le vieillard assassiné avait, à l'époque du meurtre, des accès de fièvre intermittente. Aussi la conviction des juges fut-elle complète. L'accusé dont les vêtements portaient des taches de sang, convaincu de son crime, fut condamné à la peine capitale. »

Cette opinion est évidemment exagérée, car le vieillard en question aurait pu avoir, dans son système sanguin, une grande quantité de globules blancs, sous l'influence de divers états pathologiques complètement différents.

Dernièrement on a émis l'opinion que ces micro-organismes avaient également une action nocive par suite de la sécrétion d'une substance particulière, se rapprochant des alcaloïdes, les leucomaïnes, mais les recherches à ce sujet sont loin encore d'avoir force de loi.

Il nous est impossible de décrire ici tous les micro-organismes qui se rencontrent dans le sang, quoiqu'ils soient beaucoup moins nombreux que ceux qu'on trouve dans les autres tissus. Aussi nous contenterons-nous de donner une méthode générale, pour les reconnaître et éviter de les confondre avec les granulations élémentaires du sang ou des petits bâtonnets de fibrine.

Nous renvoyons d'ailleurs à l'article que nous consacrons aux bactéries, page 273 et suivantes.

On commence par étendre une couche très mince de sang à la surface d'une lamelle couvre-objet, puis on la laisse se dessécher à l'air libre en la mettant à l'abri des poussières atmosphériques.

Lorsque la lamelle est desséchée, on la chauffe légèrement en la passant deux ou trois fois dans la flamme d'une lampe à alcool afin de coaguler l'albumine, puis on la place quelques minutes dans une solution aqueuse d'une couleur d'aniline (violet de gentiane, rouge lumière, magenta, violet de méthylène, etc.), puis on examine la préparation dans une goutte d'eau ou de glycérine. Il est généralement avantageux de décolorer les globules sanguins et de ne conserver colorés par la matière colorante que les micro-organismes; pour atteindre ce but, plusieurs méthodes ont été proposées, la plus avantageuse et celle présentant les applications les plus générales est celle de Gram (voir page 275). Après avoir desséché le sang et coagulé l'albumine, on colore dans un bain formé de dix parties de solution aqueuse d'huile d'aniline et d'une de solution alcoolique d'une couleur d'aniline; lorsque la coloration est effectuée on porte la lamelle dans une solution aqueuse d'iodure de potassium, 2 grammes; iode, 1 gramme; eau, 300 grammes, où elle ne doit pas séjourner plus de une à trois minutes, puis, après lavage, on examine dans l'eau ou la glycérine.

### § 5. HÉMATOZOAIRES DE L'HOMME.

Tout ce qui suit a été emprunté au bel ouvrage de M. Davaine, qu'il faut toujours consulter chaque fois que l'on veut déterminer les parasites de l'homme ou ceux des animaux (1).

(1) *Traité des entozoaires et des maladies vermineuses de l'homme et des animaux domestiques*, par C. Davaine. Paris, 1877.

On ne connaît pas en Europe d'entozoaire qui fasse son séjour normal dans le sang de l'homme, mais en Égypte on a très souvent constaté, 117 fois sur 363 autopsies, la présence d'un ver du genre Distome que l'on rencontre fréquemment dans les vaisseaux des organes abdominaux.

Nous devons faire ici une remarque générale, à propos des hématozoaires, nous parlerons souvent de leur présence et de l'apparition de leurs œufs dans l'urine. Il nous a semblé plus naturel de signaler au moins ces faits dans ce chapitre plutôt que de les rapporter à l'article Urine. C'est ainsi que les œufs du *Distome hæmatobie*, se rencontrent souvent dans l'urine des sujets qui portent ce parasite (V. la description dans Davaine, p. 319, et chapitre des Parasites). Ce n'est pas impunément, que la vessie peut renfermer de ces œufs. On les a vus, en effet, constituer le noyau de graviers ou de pierres, dont les couches extérieures sont formées d'acide urique. Ces graviers se rencontrent dans les reins, dans l'uretère et dans la vessie. Lorsqu'on se trouvera en présence d'une hématurie, ou de symptômes du côté des reins et de la vessie dont on n'aura pas l'explication, il sera prudent de rechercher la présence des ovules du distome hæmatobie, soit dans les urines, soit dans les matières fécales (1).

Le *Distome hépatique* peut être rencontré accidentellement dans les vaisseaux sanguins de l'homme. Quelquefois ces Distomes, comme l'a observé M. Davaine, entraînés par le torrent circulatoire, sont arrêtés dans les capillaires, soit à la tête, soit aux pieds. Leur présence détermine l'apparition d'une petite tumeur, formée selon toute apparence, par l'animal lui-même gorgé de sang, ou par des caillots sanguins (V. Parasites).

Les états intermédiaires de ces parasites peuvent également se rencontrer dans les divers liquides de l'économie.

On a constaté la présence dans l'Inde d'*Hématozoaires nématoïdes*, existant soit dans le sang, soit dans l'urine, à différents états de développement. Ces parasites produisent des désordres

(1) Outre l'hématurie simple, accompagnée ou non de gravelle urique, le distome hæmatobie donne lieu également à l'urine chyleuse ou albumino-graisseuse.

plus ou moins graves. Le Dr Lewis qui les a découverts leur a imposé le nom de *Filaria sanguinis hominis* (fig. 268); mais, d'après M. Davaine (*loc. cit.*, p. 949), aucun des caractères de ces helminthes ne prouve qu'ils appartiennent aux Filariens. Ces entozoaires, d'après Lewis, ont la forme de petits serpents, qui s'agitent vivement *sans avancer*, parmi les corpuscules sanguins. Leur corps est cylindrique, très long et très aminci à l'extrémité postérieure.

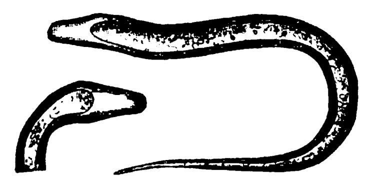


Fig. 268. — *Filaria sanguinis hominis.*

Particularité digne de remarque, ces vers sont enveloppés dans un tube très délicat, fermé aux deux bouts, dans l'intérieur duquel ils peuvent s'allonger et se rétracter, même jusqu'à la moitié de la longueur. Ce tube, parfaitement transparent, dépourvu de structure apparente, ne se distingue du liquide ambiant que par sa réfringence.

Ces parasites sont très communs chez les animaux domestiques. Nous renvoyons à l'ouvrage de M. Davaine, qui en a fait une étude complète.

## § 6. DES GLOBULES DANS DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES.

Les notions qui vont suivre ont une grande utilité, au point de vue de la détermination de l'origine des globules sanguins. En médecine légale, il est de la plus haute importance de savoir, si, par exemple, une tache de sang provient d'un mammifère ou d'un oiseau.

Chez presque tous les mammifères, les globules sanguins sont circulaires; les chameaux et les lamas font exception à cette règle, car leurs globules sanguins sont elliptiques. Leurs dimensions sont très variables. Chez quelques animaux, tels que le chien et le lapin, il y a peu de différence avec les globules rouges de l'homme, et leur diamètre est égal environ à $\frac{1}{124}$ de millimètre; chez la chèvre, ils n'ont plus qu'un $\frac{1}{250}$ de millimètre ; enfin chez le chevrotain ils n'atteignent plus qu'en-

viron $\frac{1}{480}$ de millimètre (Milne-Edwards). Voici, d'après Kœlliker, le chiffre exact de quelques mensurations.

| | |
|---|---|
| Chameau et lama (elliptique) | 8μ,0 |
| Chien | 6μ,5 |
| Lapin | 6μ,9 |
| Chat | 6μ,5 |
| Chauve-souris (V. *Noctula*) | 6μ,1 |
| Loir | 6μ,2 |
| Rat | 6μ,3 |
| Cochon | 6μ,0 |
| Cheval | 5μ,6 |
| Bœuf | 5μ,6 |
| Mouton | 5μ,0 |
| Chèvre | 4μ,6 |
| Cochon d'Inde | 2μ,5 |

Rarement les corpuscules sanguins sont plus gros que ceux

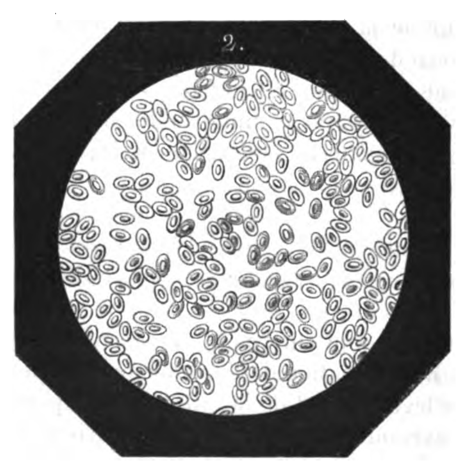



Fig. 269. — Globules sanguins des oiseaux.

de l'homme, cependant, ceux de l'éléphant mesurent 9 μ,4.

Les globules sanguins des oiseaux sont elliptiques, et munis d'un noyau arrondi. Ils ont de 12 à 14μ de longueur; 6,5 à 8μ de largeur (fig. 269).

Les globules sanguins des poissons sont également elliptiques et ont aussi un noyau. Ils sont plus volumineux que ceux des oiseaux. Ils ont en général de 13-17 μ de longueur, ceux

des Plagiostomes mesurent de 22 à 33 μ ; ceux des Lépidosiren ont 41 μ en longueur et 29 en largeur.

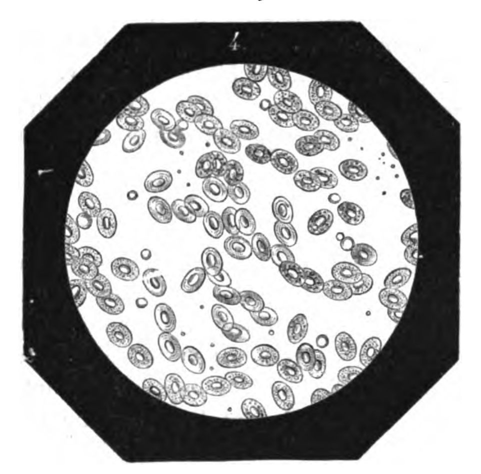



Fig. 270. — Globules sanguins des poissons.

C'est chez les Amphibiens nus et les reptiles, que l'on rencon-

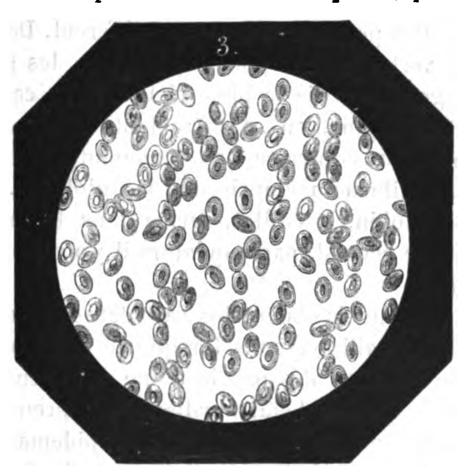



Fig. 271. — Globules sanguins des reptiles et des amphibiens.

tre les globules les plus gros. Ils ont de 15 à 58 μ en longueur et renferment des noyaux sphériques et elliptiques (Kœlliker).

Les globules de la grenouille ont de 21 à 22 μ de longueur sur 55 μ de largeur; le *Triton cristatus*, 29 μ de longueur sur 19 μ de largeur ; la Salamandre, 37 μ de longueur sur 23 μ,8 de largeur. Le *Proteus anguineus* a des globules énormes, puisqu'ils mesurent 58 μ de longueur, sur 35 μ de largeur.

Les globules sanguins des *invertébrés* ressemblent aux globules blancs des animaux supérieurs et sont presque toujours incolores.

§ 7. DU SANG EXTRAVASÉ.

Lorsque le sang, par une cause quelconque, a été rejeté en dehors de la circulation, ses principaux éléments subissent des modifications plus ou moins profondes, suivant que le sang chassé des vaisseaux est resté emprisonné dans les organes et soustrait à l'action de l'air, ou suivant qu'il a été répandu au dehors. Nous plaçant dans la première hypothèse, nous allons rapidement étudier les altérations que l'on rencontre le plus souvent. Nous avons vu que la plasmine se dédoublait et qu'il y avait formation d'un caillot. Suivant que cette coagulation s'est accomplie avec lenteur ou avec rapidité, le caillot présente un aspect différent. Dans le premier cas, en vertu de leur poids spécifique, les globules du sang ont gagné la partie la plus déclive de la cavité qui les renferme, et la fibrine, en se rétractant, n'en a retenu que peu ou point. Si, au contraire, cette coagulation s'est effectuée rapidement, la fibrine a emprisonné les globules. Comme le fait observer Robin, le caillot, ferme dans le premier cas, est mou dans le second, parce qu'alors il y a plus de globules que de fibrine.

Nous avons vu quels étaient les caractères présentés par la fibrine dans les caillots, mais lorsque le coagulum sanguin s'est formé au contact des parois d'une veine enflammée, la fibrine ne présente plus l'état fibrillaire, elle prend alors l'aspect grenu, et tend à se ramollir plus rapidement que lorsqu'elle est à l'état strié (Robin). Cette grande facilité de ramollissement a pu faire croire à la présence du pus dans les caillots. L'examen microscopique démontrera que l'on a sous les yeux de la fibrine réduite à l'état de granulations

moléculaires, en suspension dans le liquide. C'est ce que Robin appelle le pseudo-pus fibrineux. Quand on trouve des leucocytes dans ces conditions, c'est qu'ils préexistaient dans la veine, dans le cas de phlébite par exemple, et qu'ils ont été emprisonnés par la fibrine.

Nous avons vu que, dans le cas de formation lente du caillot, la fibrine n'emprisonnait pas les globules, et qu'on avait alors des caillots incolores ; toutefois, il est important de savoir qu'un coagulum formé dans des conditions différentes pourrait à la longue devenir également incolore, par la résorption lente des hématies (Robin).

Quand le sang a séjourné dans une cavité close, il ne tarde pas à prendre une coloration *rouge groseille* (Robin). Les hématies se sont ramollies, et leur oxygène a été remplacé par de l'acide carbonique. Elles ont perdu la forme de disque et ont pris l'aspect sphérique. Le caillot tend alors à revêtir une coloration se rapprochant de la couleur de la rouille, et ensuite une coloration jaunâtre, analogue à celle de l'ocre. Les changements de coloration, dit Robin, sont la conséquence d'un commencement de séparation de l'*hématosine* des globules (V. plus loin les détails que nous donnons sur la composition chimique de la matière colorante du sang) ; on trouve même des granules d'hématosine, arrondis ou ovoïdes, qui sont épars entre les fibrilles du caillot, et pénètrent même dans les éléments des tissus ambiants.

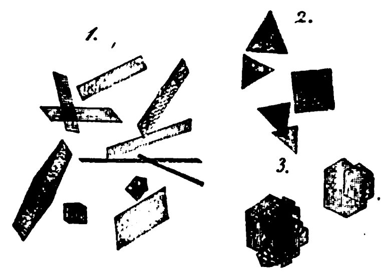


Fig. 272. — Cristaux extraits du sang frais (d'après Funke). — 1, cristal prismatique de l'homme ; 2, tétraèdre du cochon d'Inde ; 3, plaque hexaèdrique de l'écureuil.

La fibrine persiste plus ou moins longtemps, suivant le milieu qui la renferme. C'est ainsi que la fibrine et les hématies disparaissent rapidement dans le tissu de l'ovaire, tandis que dans le cerveau, les hématies s'étant rapidement résorbées, la fibrine peut conserver pendant dix-huit mois au moins son aspect fibrillaire.

Avant d'étudier maintenant comment on pourra reconnaître la présence du sang épanché hors de l'économie et adhérant soit à des vêtements, soit à tout autre objet, nous devons

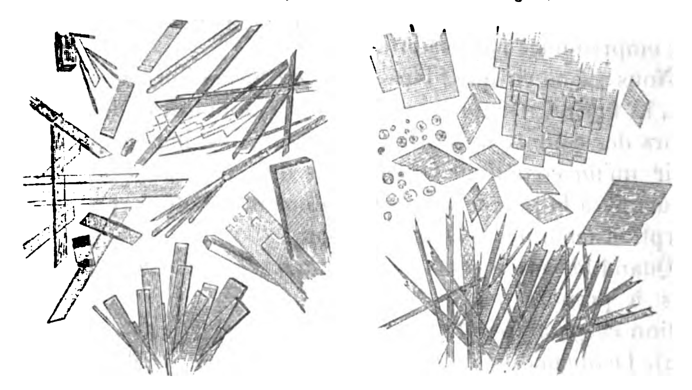


Fig. 273. — Hématocristalline (homme). Fig. 274. — Hématocristalline (homme). Cristaux prismatiques.

rappeler en peu de mots quelle est la constitution chimique du globule sanguin.

L'hémoglobine ou hématocristalline constitue la matière

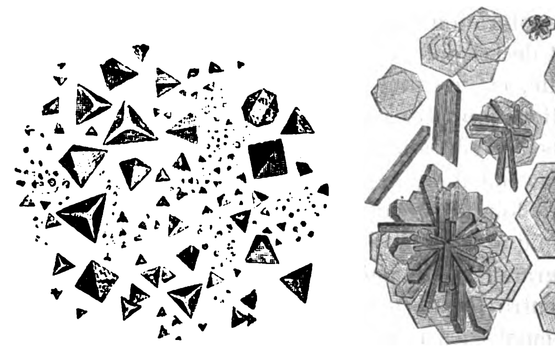


Fig. 275. — Hématocristalline (cochon d'Inde). Tétraèdres.

Fig. 276. — Hématocristalline (écureuil). Plaques hexaédriques.

colorante du globule sanguin ; suivant que ce corps a été retiré du sang d'espèces animales différentes, il présente des variétés dans la forme cristalline. Par sa composition, l'hémoglobine se rapproche des matières albuminoïdes, mais elle s'en écarte

par le fer qu'elle contient et par la facilité avec laquelle elle cristallise. Lorsque, placée dans les conditions que nous avons examinées précédemment, l'hémoglobine se décompose, elle donne naissance à une substance albuminoïde que l'on appelle *hématine*.

Les cristaux d'hémoglobine sont colorés en rouge et appartiennent au système rhombique. Il y a une exception pour les cristaux provenant du sang de l'écureuil, qui appartiennent au système hexagonal (Gorup-Besanez). L'hémoglobine est soluble dans l'eau, mais sa solubilité varie suivant les espèces de sang dont elle a été extraite. Les cristaux d'hémoglobine provenant du sang humain sont parmi les plus solubles; ceux extraits du sang du cobaye le sont fort peu.

Les solutions aqueuses d'hémoglobine se décomposent très facilement au-dessus de 0°.

L'hémoglobine est soluble dans les alcalis et dans les carbonates alcalins très étendus. L'ammoniaque en solution très étendue la dissout également. D'après le traducteur de Gorup-Besanez, le docteur L. Gautier, les cristaux d'hémoglobine sont solubles dans l'urine normale, dans les solutions albumineuses très étendues, dans les liquides séreux, dans la bile, dans la glycérine aqueuse et dans certains sels neutres; ils sont insolubles dans l'alcool, l'éther, la benzine, les huiles grasses, dans le chloroforme, dans l'alcool amylique et dans le sulfure de carbone. Il peuvent se conserver longtemps dans l'alcool absolu, sans changer notablement de forme; mais perdent leur couleur, leur éclat et leur pouvoir bi-réfringent (L. Gautier).

D'après Preyer (V. Gorup-Besanez, p. 106), pour obtenir rapidement des cristaux d'hémoglobine, afin de les soumettre à l'examen microscopique, on mélange quelques centimètres cubes de sang défibriné avec une quantité d'eau suffisante pour que le mélange donne une solution limpide; souvent une goutte de celle-ci, recouverte par le couvre-objet, fournit immédiatement, en l'évaporant à froid, des cristaux d'hémoglobine. Dans le cas contraire, on ajoute à la dissolution environ 1/4 de son volume d'alcool, et l'on place le mélange dans une capsule de platine ou d'argent, contenant un mélange réfrigérant.

Ce serait sortir de notre cadre que de parler des propriétés

optiques de l'hémoglobine. Nos lecteurs savent quel parti on a tiré, pour la détermination du sang, de la propriété que possède l'hémoglobine de fixer l'oxygène, et de donner ainsi un spectre particulier. Nous renvoyons aux traités de physique et de chimie biologique, pour tout ce qui concerne cette question.

On a trouvé des cristaux d'hémoglobine dans le tube intestinal de certains animaux qui se nourrissent de sang, et en particulier dans celui de la sangsue (Rouget). On en avait déduit, en ce qui regarde la sangsue, que, d'après les caractères différents, revêtus par les cristaux d'hémoglobine, on pourrait reconnaître l'espèce animale sur laquelle la sangsue avait vécu. Mais, d'après M. Vaillant, cette détermination serait plus que problématique, en raison du temps considérable que les sangsues mettent à éliminer le sang qu'elles ont absorbé.

L'*hématine* est un produit de décomposition de l'hémoglobine, dont elle diffère par l'absence de globuline. Elle est considérée comme la matière colorante propre du sang. L'hématine diffère encore de l'hémoglobine par ses qualités optiques, et l'on a mis cette précieuse propriété à profit, pour déterminer l'existence de petites quantités de sang, altéré ou ancien. L'hématine se forme spontanément dans le sang épanché accidentellement dans les tissus. On en trouve également dans les matières fécales lorsque du sang a traversé le tube digestif.

Lorsque le sang a longtemps séjourné dans un vase, on y trouve également des granulations d'hématine. Ce corps n'est pas cristallisé. Voici, d'après Robin, ses principaux caractères : « Il se présente sous forme de granulations amorphes, d'un rouge foncé presque noir, insolubles dans l'eau, la glycérine, l'alcool, l'éther, la soude, la potasse, l'ammoniaque, les acides acétique, azotique, chlorhydrique. L'acide sulfurique, placé directement et sans addition d'eau sur ces globules, les dissout en colorant en rouge jaunâtre le réactif et le tissu examiné ; cette action met de quinze à vingt minutes à se produire ; puis, au bout de quelques heures, la coloration disparaît en passant au violet bleuâtre, puis verdâtre plus ou moins foncé (Ch. Robin). » Ces propriétés négatives seraient insuffisantes pour caractériser microscopiquement l'hé-

matine, aussi a-t-on recours à un artifice qui consiste à la convertir en chlorhydrate d'hématine, qu'on appelle improprement *hémine*.

Le procédé le plus certain, pour obtenir ces cristaux de chlorhydrate d'hématine, consiste à dessécher du sang ou un liquide, qui est supposé en contenir et à le chauffer avec de l'acide acétique cristallisable et une trace de chlorure de sodium. Lorsque l'évaporation est complète, on aperçoit des cristaux, appelés d'abord cristaux de *Teichmann*, du nom de l'auteur qui a découvert cette réaction. On peut également obtenir ces cristaux par d'autres méthodes, par exemple, en traitant le sang par de l'éther alcoolisé, contenant de l'acide acétique ou de l'acide oxalique (V. Gorup-Besanez, p. 111). Ces cristaux se présentent sous forme de lamelles rhombiques, ordinairement très petites; elles sont d'un brun noir ou rouge brun; quelquefois, elles ont aussi la forme d'aiguilles rhombiques aplaties et fréquemment croisées.

Voici les principales réactions des cristaux d'hémine :

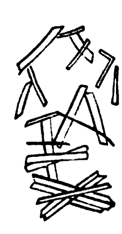


Fig. 277. — Cristaux d'hémine provenant d'une tache de sang frais.



Fig. 278. — Cristaux d'hémine provenant d'une tache de sang ancien.

Ils sont insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, ainsi que dans le chloroforme.

L'acide chlorhydrique, l'acide acétique, n'exercent à froid aucune action sur les cristaux ; à chaud, ils les dissolvent en partie. L'acide azotique ne les attaque pas à la température ordinaire, tandis qu'au-dessus de 100 degrés, ces cristaux sont complètement décomposés. L'acide sulfurique étendu est sans action sur eux, l'acide sulfurique concentré les dissout, au contraire, à la température ordinaire et la solution prend une coloration rouge violet.

Le carbonate de soude en solution aqueuse et étendue est

sans action sur l'hémine, qui est dissoute, au contraire, par les *alcalis caustiques*. L'ammoniaque dissout ces cristaux sans les décomposer.

Desséchés, ou suspendus dans un liquide incolore, ils se présentent sous forme d'une masse bleu noirâtre, chatoyante, à éclat métallique, paraissant brune par transparence. Lorsqu'on frotte ces cristaux sur de la porcelaine, ils laissent sur celle-ci une empreinte brune.

Nous avons fait pressentir tout à l'heure l'importance des réactions de l'hématine envisagée au point de vue de la médecine légale, nous allons donner maintenant la marche à suivre pour mener à bien ces délicates recherches.

M. le Dr P. Cazeneuve, dans son remarquable travail sur l'hématine (1), a étudié avec beaucoup de soin tous les détails de cette opération. Nous allons résumer ses indications. Étant donnée une tache, dit M. P. Cazeneuve, que l'on soupçonne être du sang, l'expert découpera le tissu sur lequel elle se trouve et raclera avec précaution la surface de l'objet que l'on suppose avoir été taché de sang. Ces parcelles ont un aspect variable suivant leur origine ; on les dépose dans un petit tube, dont la partie inférieure à été effilée à la lampe et fermée. On introduit de l'eau dans ce tube un peu au-dessus de la partie effilée. Au contact de l'eau, lorsque les particules recueillies proviennent réellement d'une tache de sang, la matière colorante, la matière albumineuse, et un petit flocon fibrineux se détachent. On caractérisera la fibrine par ses réactions, et l'on pourrra rechercher la présence de l'hémoglobine, par le spectroscope. Nous laissons ce point de côté.

Pour mettre en évidence les cristaux de chlorhydrate d'hématine, on opère de la façon suivante :

On prend un tube que l'on effile à la lampe, sur une longueur d'un centimètre, de telle façon que lapartie rétrécie du tube retienne l'eau par l'effet de la capillarité. On verse de l'eau distillée dans le tube, en s'arrêtant un peu au-dessus de la partie renflée de celui-ci. Le fragment de tissu supportant la tache, ou les particules recueillies à la surface d'un objet quelconque, sont mis dans le tube, en contact avec l'eau distillée. Après quelques

(1) *Recherches de chimie médicale sur l'hématine.* Paris, G. Masson, 1876.

instants de macération, on voit se détacher de la surface du liquide, des stries de matière colorante qui le teintent en se diffusant. Soufflant alors par la grosse extrémité du tube, on dépose une goutte de ce liquide sur la lame porte-objet, puis on y ajoute une goutte de solution de chlorure de sodium à 1/1000e. Ceci fait, on évapore *doucement presque à siccité*. Il faut éviter de chauffer trop, afin que le liquide ne se trouble pas par la coagulation de l'albumine qui entraverait la formation des cristaux. On recouvre la faible quantité de liquide restée sur la lamelle de verre, par une plaque couvre-objet et on fait pénétrer, entre les deux lamelles, une goutte d'acide acétique cristallisable. On chauffe avec précaution jusqu'à ébullition, et l'on regarde au microscope. Si l'on ne voit pas de cristaux, on répète le traitement par l'acide acétique, et, grâce à cette précaution, les cristaux caractéristiques d'hémine, ou de chlorhydrate d'hématine apparaissent, quand la tache traitée était réellement formée par du sang. Dans le cas où les cristaux ne se formeraient pas, M. Cazeneuve conseille de répéter une troisième fois le traitement par l'acide acétique, comme il a été dit plus haut.

Voici quelles sont les conditions préalables pour que cette réaction réussisse ; il faut éviter d'employer un excès de chlorure de sodium, dont la cristallisation en masse engloberait la matière colorante. L'acide acétique doit être monohydraté, de telle sorte que la décomposition du chlorure de sodium soit plus rapide. L'emploi d'un acide trop dilué peut faire complètement échouer l'opération. Avant de faire pénétrer l'acide acétique entre les deux lamelles, il faut préalablement avoir fait évaporer l'eau, au moins en partie, afin qu'au contact d'un excès d'eau, l'acide acétique ne s'hydrate pas trop.

Si le sang, en raison d'un commencement de putréfaction, était très alcalin, il faudrait saturer cet excès d'alcalinité par de l'acide acétique, avant de faire évaporer le liquide sur la lamelle porte-objet.

Lorsque le sang a été coagulé antérieurement à la recherche, il faut immédiatement traiter la tache par l'acide acétique et la chaleur, de manière à dissoudre la matière albuminoïde. On ajoute ensuite une goutte de solution de sel marin à 1/1000e, et l'on évapore comme précédemment, jusqu'à siccité. On recouvre de la lamelle et l'on fait intervenir l'acide acétique cristallisable.

Les cristaux une fois obtenus, on les déterminera par leur forme, et leurs principales réactions.

Lorsqu'on n'a à sa disposition qu'une très petite tache de sang, on supprime l'artifice du tube effilé, et l'on agit directement sur la tache portée sur la lamelle porte-objet. Quand le tissu a abandonné la matière colorante, on ajoute une très faible quantité de la solution titrée de chlorure de sodium, et l'on poursuit la série d'opérations comme il a été dit.

On doit se servir pour cette recherche d'un grossissement de trois cents diamètres environ, parce que ces cristaux sont quelquefois très petits.

Aucune autre substance que l'hématine ne peut donner des cristaux semblables à ceux que nous venons de décrire. Des tissus teints avec de l'indigo, traités par de l'acide acétique, donnent également des cristaux, mais ceux-ci sont colorés en bleu, et leur forme est tout à fait différente (Gorup-Besanez, p. 416).

Lorsque le sang est épanché en dehors des vaisseaux et qu'il séjourne dans un espace clos, l'hématine subit une modification dans sa composition et dans sa forme, et l'on a alors l'*hématoïdine*. Ce corps diffère de l'hématine, en ce qu'il renferme un équivalent d'eau en plus, et un équivalent de fer en moins.

D'après MM. Duval et Lereboullet, l'hématoïdine se présente sous forme de cristaux très petits, prismes rhomboïdaux obliques, ou parfois de fines aiguilles, de couleur très pure, jaune rougeâtre, ou rouge de rubis, quand ces cristaux sont ou plus volumineux ou superposés ; ils sont insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, la glycérine, l'acide acétique ; solubles dans l'ammoniaque. Les acides azotique ou chlorhydrique concentrés dissolvent ces cristaux ; étendus d'eau, ils n'ont plus d'action sur eux. La potasse et la soude ne les dissolvent pas ; ils se fendillent sous l'action de ces deux réactifs.




Fig. 279. — Cristaux d'hématoïdine. — 1, globules rouges granuleux ; 2, prismes rhomboédriques d'hématoïdine ; 3, aiguilles cristallines.

Il est de la plus haute importance de noter que les réactions précédentes, quand elles fournissent un résultat favorable entre les mains de l'opérateur, ne lui donnent qu'un seul ordre de preuves, c'est-à-dire témoignent uniquement de l'existence du sang. Quand à l'origine de ce sang, elle ne peut être définitivement établie que par la présence des globules, et encore, ne faudrait-il se prononcer qn'avec la plus extrême réserve, et en tenant compte des altérations que la dessiccation et le contact de l'air font subir aux globules. Parfois, des circonstances secondaires pourront mettre sur la voie ; c'est ainsi que le sang provenant de l'écoulement menstruel pourra, dans quelques cas, être déterminé par la présence de débris d'épithélium de l'utérus et du vagin.

# CHAPITRE XIV

## DU PUS

A l'exemple de Robin, nous définirons le pus, comme le résultat de la double production accidentelle, et dans des régions où l'on n'en trouve pas habituellement, de globules blancs et d'une sérosité plus ou moins abondante.

Suivant que le pus s'est formé au contact de tel ou tel tissu, il peut présenter des caractères différents.

Comme nous l'avons dit plus haut, le pus renferme deux parties bien distinctes : une partie liquide, qui est le sérum, et une partie solide, principalement constituée par les globules blancs. Nous verrons en outre que, sous certaines influences, le pus peut renfermer d'autres éléments solides que les globules blancs. Bien que ces derniers soient moins denses que les hématies, ils gagnent cependant la partie inférieure du liquide qui les renferme. Aussi, quand on veut rechercher la présence du pus dans une sécrétion normale ou pathologique, est-il nécessaire de permettre aux globules blancs de se déposer.

Le sérum du pus ne présente rien de particulier à noter lorsqu'il est soumis à l'examen microscopique.

### § 1. GLOBULES BLANCS.

Suivant leur plus ou moins grande abondance dans le sérum, les globules blancs communiquent au pus l'aspect dit *crémeux* ou *séreux*.

Les globules blancs du pus, lorsqu'ils sont examinés peu de temps après leur production, ne diffèrent pas des globules blancs du sang. Comme ceux-ci, ils peuvent présenter encore des expansions sarcodiques et n'avoir pas de noyaux visibles. Si, au contraire, le pus est resté un certain nombre d'heures

en contact avec les tissus, les globules blancs seront d'autant plus profondément altérés, que ce contact aura eu une durée plus considérable. Ils sont gonflés, présentent un ou plusieurs noyaux ; leur contenu est granuleux ; ce sont des éléments anatomiques morts. L'eau agit sur les globules blancs en les gonflant et en y faisant apparaître un ou plusieurs noyaux. Ces noyaux sont rendus plus visibles encore par l'action de l'*acide acétique*.

On a donné le nom de globules *pyoïdes* à une variété de globules, chez lesquels l'acide acétique ne provoque pas l'apparition des noyaux.

Outre les leucocytes, on trouve encore des *globulins* (voir plus haut).

Le pus des abcès profonds et interstitiels de la cornée est presque uniquement formé par des leucocytes (1). C'est un pus concret. Ces globules blancs sont souvent hypertrophiés et remplis de granulations graisseuses ; ils offrent toutes les réactions propres à ces éléments. Cependant on rencontre quelques leucocytes de la variété pyoïde.

Quand le pus a séjourné longtemps dans les os, on voit qu'il a perdu son sérum, et on le retrouve à l'état de masse pulpeuse, friable et demi-solide. Les leucocytes sont devenus irréguliers, polyédriques. L'acide acétique leur rend leur forme sphérique et y fait apparaître deux ou trois noyaux.

### § 2. GRANULATIONS GRAISSEUSES.

Le pus renferme fréquemment des granulations graisseuses de volume variable, provenant du tissu cellulo-adipeux. Ces globules réfractent fortement la lumière, ils ont des contours très nets et l'éther les dissout très facilement. Outre ces granulations graisseuses, le pus peut encore contenir des corpuscules graisseux, provenant de la dégénérescence même du globule blanc. A l'état physiologique, ces matières grasses sont dissimulées dans les éléments qui constituent le globule.

(1) Le sérum est remplacé par une substance amorphe interposée, remplie de granulations grisâtres et jaunâtres qui sont attaquées par l'acide acétique (Robin).

Dès que celui-ci est soustrait à son milieu normal, il se produit, dans l'intimité des substances qui le composent, une sorte de dissociation, en vertu de laquelle les granulations graisseuses sont mises en liberté. Cette dégénérescence se produit très vite, lorsque les globules de pus sont nombreux, pressés et tassés dans l'épaisseur d'un tissu. La même particularité peut encore être observée dans le pus des phlegmons et dans le liquide des pleurésies purulentes. C'est en se fondant sur l'état granuleux que présentent alors les leucocytes, que certains histologistes avaient cru pouvoir établir une différence entre les globules blancs du pus et les globules blancs du sang.

M Ranvier a donné la détermination expérimentale de la série d'altérations successives par lesquelles passe le globule blanc : « De la moelle de sureau est placée dans le tissu cellulaire ou dans le péritoine d'un animal (1); elle y détermine une suppuration, et des globules de pus pénètrent dans les cellules de la moelle, à travers leurs canaux poreux. Au bout de quatre jours, on trouve les globules de pus, dans quatre ou cinq rangées de cellules : les uns, superficiels, présentent des mouvements amiboïdes et n'ont pas de granulations graisseuses dans leur intérieur; d'autres, situés plus profondément, conservent leur forme sphérique et montrent des granulations graisseuses. Enfin, à côté d'eux, on trouve des amas de granulations graisseuses, noyées dans une masse protéique. On voit par là que des globules de pus soustraits aux conditions de leur nutrition subissent très rapidement la destruction graisseuse. »

Dans le pus des abcès de la mamelle, il n'est pas rare de trouver du lait, caractérisé par ses globules de matières grasses (V. Lait).

Il est très commun de trouver dans le pus des os, des gouttes d'huile qui viennent du tissu adipeux ou même de la moelle des os. D'après Robin, il y a des cas où le pus provenant de la moelle des os contient un grand nombre de cellules petites, arrondies et contenant un noyau qui caractérise, d'après cet auteur, la moelle des os (médullocelles). La présence de ces médullocèles pourrait faire croire à un pus très riche en globules blancs. En effet, au premier abord, ces deux éléments

(1) Le sac lymphatique dorsal de la grenouille se prête bien à cette expérience.

sont faciles à confondre. On les distingue cependant, en ce que les leucocytes à l'état frais ne laissent voir un noyau qu'après l'action de l'eau; de plus, alors que le noyau des leucocytes se fragmente par l'action de l'acide acétique, celui des médullocelles demeure intact (Ch. Robin).

Le pus provenant du foie est également riche en globules de graisse.

*Hématies.* — Il n'est pas rare de trouver des globules rouges mélangés accidentellement au pus et ayant subi des altérations plus ou moins profondes. Ces globules rouges peuvent avoir été introduits directement dans le pus, soit par l'incision de l'abcès, ou bien par l'ouverture dans le foyer, d'un ou de plusieurs capillaires. Quelquefois même ces globules rouges altérés sont si abondants, qu'ils peuvent communiquer au pus une coloration rouge-chocolat dont l'origine est révélée par l'examen microscopique.

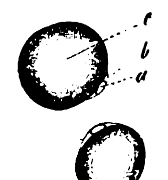


Fig. 280. — Deux cellules adipeuses de la moelle du fémur de l'homme. — *a*, noyau; *b*, membrane de la cellule; *c*, graisse. Gross., 360. (Kœlliker).

*Débris de tissus.* — Suivant que le pus examiné provient de tel ou tel organe, on peut trouver au milieu des éléments anatomiques les débris de différents tissus, des cellules épithéliales, pavimenteuses, nucléaires, sphériques ou ovoïdes.

On rencontre souvent dans le pus des plaies, de petits filaments de couleur ocracée qui, d'après MM. Robin et Zeis, sont uniquement formés d'éléments anatomiques, fibres musculaires, fibres élastiques, éléments du tissu adipeux: quelquefois tous ces éléments sont réunis ensemble.

## § 3. MICRO-ORGANISMES DANS LE PUS.

D'après les recherches les plus récentes, le pus renferme presque toujours des micro-organismes; quelques auteurs vont jusqu'à dire que le pus ne se forme pas s'il n'existe pas de micro-organismes pour provoquer son apparition. Cette opinion semble être trop absolue; en effet, Ustroff, Orthmann, etc.,

ont, grâce à des expériences fort bien faites, obtenu avec l'essence de térébenthine introduite sous la peau des animaux des suppurations ne contenant pas traces de micro-organismes; quelques abcès par exemple, comme l'a dit Strauss, celui du chancre mou ne paraissent pas en contenir; il serait imprudent de dire toutefois qu'il n'en contient pas d'une manière absolue; généralement le pus, même celui qui se développe dans une cavité close, contient des micro-organismes; les plus fréquents de ces micro-organismes paraissent être les staphylocoques pyogènes *aureus* et *albus;* en effet, on les rencontre dans les abcès froids ou chauds, l'ostéo-myélite, le furoncle, les pustules de varioles, etc.; cependant il serait de nos jours dangereux de les considérer comme la cause de ces affections; peut-être ne trouvent-ils là qu'un milieu favorable.

Les micro-organismes se trouvent ou à l'intérieur des cellules de pus ou à côté d'elles.

Il nous est impossible, dans cet article, de décrire au long tous les micro-organismes qui peuvent se trouver dans le pus, nous rappellerons les plus fréquents.

Le Staphylocoque pyogène *aureus*, qui a été découvert en premier lieu par Pasteur dans le pus de l'ostéo-myélite et du furoncle a été décrit page 279; il se cultive très facilement sur la gélatine nutritive, où il forme d'abord des taches rondes, opaques, blanches d'abord, puis jaunes, qui s'étendent en liquéfiant la gélatine; sur des tranches de pommes de terre cuites il forme rapidement une membrane mince, peu plissée qui ne tarde pas à prendre une belle couleur jaune-orangé.

Le staphylocoque pyogène *albus* est légèrement plus gros, ses caractères et ses cultures sont exactement les mêmes que ceux de l'*aureus*, sauf sa coloration qui reste blanche.

Le Streptocoque pyogène de Ogston et Rosenbach forme une pellicule ronde, blanchâtre qui ne liquéfie pas la gélatine.

Le Streptocoque *erysipelatis* étudié par Nepveu, Œrtel, Fehleisen, est formé par des chaînettes comme le précédent, mais ses cellules sont plus régulières; sa culture présente le même aspect. Fehleisen l'a inoculé à l'homme, chez lequel il a produit un érysipèle. Ce micro-organisme passe dans le sang et s'arrête surtout dans les vaisseaux du foie et du rein.

Nous ne décrirons aucun des autres micro-organismes qui se trouvent dans les produits de suppuration, car ils trouveront leur place plus loin. Quant au micro-organisme qui produit le *pus bleu*, nous renvoyons à ce qui en a été dit page 291.

*Des cristaux contenus dans le pus.* — Lorsque le pus a séjourné très longtemps dans des cavités closes, il n'est pas rare d'y trouver des cristaux d'acides gras et surtout de cholestérine. Ce dernier corps est surtout abondant dans le pus des abcès du bassin, de l'ovaire, du testicule; il en est de même dans les abcès profonds du pli de l'aine, et dans les abcès du psoas (Robin). Ces deux substances seront étudiées à part. Elles sont,

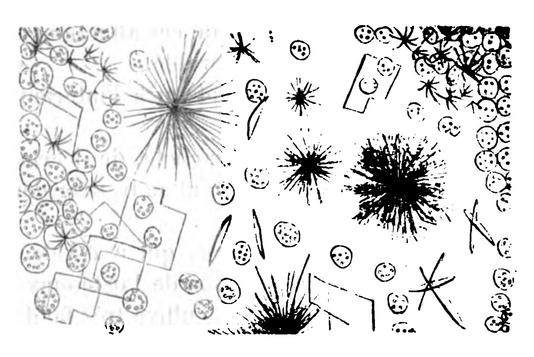


Fig. 281. — Pus altéré montrant des leucocytes granuleux, des cristaux aiguillés d'acides gras et des tables de cholestérine.

du reste, faciles à reconnaître. Lorsque le pus est très altéré et que ses éléments sont pour ainsi dire presque complètement détruits, on y trouve des concrétions calcaires, de volume variable, qui font effervescence avec l'acide sulfurique et donnent des cristaux de sulfate de chaux. Dans le pus séreux, il n'est pas rare de trouver à la fois des cristaux irréguliers de phosphate de chaux (voy. ce mot) et des cristaux de cholestérine. Lorsque le pus a été desséché, on peut y rencontrer des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien (voy ce mot). Le pus des abcès froids, outre des cristaux de phosphate de chaux, peut encore contenir des cristaux de carbonate de chaux irréguliers.

*Concrétions cristalloïdes du pus.* — Sous ce nom, M. Robin a

décrit des corps particuliers qu'il a trouvés dans le pus d'abcès profonds et anciens. Ce sont des grains mous, jaunâtres, atteignant un diamètre de 1/10e de millimètre, entourés d'une sorte d'atmosphère, ou couche mince, visqueuse, finement grenue, retenant des leucocytes du pus. Ces grains étaient formés par des corpuscules longs de 2 à 6 centièmes de millimètre, renflés d'un côté, amincis du côté opposé, placés en série, à la suite les uns des autres, de manières diverses, et ces séries étaient groupées les unes contre les autres, sous forme de rayons autour d'un centre formé de matière grenue. Bien que réfractant fortement la lumière, ayant un centre brillant, un contour net et foncé, les corpuscules étaient dissous, ou du moins fort pâlis, par l'acide acétique et insolubles dans l'ammoniaque et dans l'éther (Ch. Robin).

*Colorations anormales du pus.* — D'après Ch. Robin, le pus provenant du foie peut présenter des colorations différentes : tantôt il est verdâtre ou jaunâtre, quand il est coloré par la bile ; tantôt il offre une coloration rouge lie-de-vin ou brun-chocolat, à cause de son mélange avec du sang et avec le détritus de la substance du foie.

Dans la carie des os, l'altération des hématies qui sont mélangées au pus va si loin, que celui-ci peut prendre une coloration noirâtre. D'après M. Robin, cette coloration serait attribuable à l'action du sulfhydrate d'ammoniaque.

### § 4. MUCO-PUS.

Lorsque, sous l'influence d'une hypersécrétion, les sécrétions normales des muqueuses sont exagérées, elles peuvent contenir un nombre anormal de globules blancs, et alors on donne à ces sécrétions le nom de *muco-pus*. Cette dénomination est impropre, car rien ne prouve, comme le dit Robin, que ces leucocytes soient accompagnés de la partie liquide du pus ; ils sont seulement en plus grand nombre. C'est ce qu'on peut observer dans les sécrétions des muqueuses, de la trachée, des bronches, des fosses nasales, de l'urèthre, etc.

D'une façon générale, il ne faut jamais se contenter d'un simple examen à l'œil nu pour décider si un liquide contient

du pus, parce que des cellules épithéliales réunies en grand nombre peuvent donner à un liquide l'aspect puriforme (1).

On peut trouver du pus dans un grand nombre de liquides de l'économie, dans le liquide lacrymal, dans la salive, dans les matières fécales, dans l'urine, dans le lait, etc., etc.

Nous aurons l'occasion de revenir sur ces différents points, mais dès maintenant il sera facile, par la description qui précède, de reconnaître la présence du pus dans les circonstances les plus diverses.

*Pus blennorrhagique.* — Neisser a découvert, en 1879, dans le pus blennorrhagique un micrococcus particulier auquel il a donné le nom de *gonococcus*. Ce microbe se trouve soit à l'état libre dans le liquide, soit le plus souvent dans l'intérieur des globules de pus ou dans les cellules épithéliales, par groupes de 10 à 20 individus (voir fig. 145, pag. 280). Ils sont presque toujous associés deux par deux, et accolés l'un à l'autre par une surface aplatie.

Leur diamètre varie de 0,3 μ à 0,6 μ. Lorsqu'on les examine à l'état frais, ils paraissent doués d'une certaine mobilité.

Neisser a observé les gonococcus dans 44 cas de blennorrhagie à différentes époques, chez l'homme et chez la femme; dans 7 cas d'ophthalmie purulente des nouveau-nés, et dans 2 cas de la même ophthalmie chez l'adulte; il en a conclu que la présence du gonococcus était un élément de certitude dans le diagnostic de l'uréthrite blennorrhagique.

La découverte de Neisser ne tarda pas à être confirmée par un grand nombre d'observateurs, Welander, Bokai et Finkelstein, Watson-Cheyne, Weiss, Krause, Crédé et Zweifel, Leistikow, Petrone, Gamberini, Max Bockhart, Aufrecht, Jamin, Klein, Eschbaum, Chameron, de Sinéty et Henneguy, de Pezzer, Cornil et Babès, Julien, Crivelli, etc. Tous ces auteurs ont retrouvé le gonococcus dans le liquide blennorrhagique de l'urèthre chez l'homme et chez la femme, dans le col utérin, dans les ophthalmies blennorrhagiques, et quelques-uns d'entre eux disent avoir vu ces microbes dans les épanchements intra-articulaires liés à la blennorrhagie, dans la vaginalite, et enfin dans le sang des malades atteints de blennorrhagie (Petrone, Jullien, Mesnet).

Cependant, si la présence de gonococcus a été constatée dans le pus blennorrhagique par tous les observateurs qui depuis Neisser ont examiné ce pus, tous n'admettent pas sa spécificité. Le gonococcus, ou du moins un micrococcus en apparence identique, a été observé, en effet,

(1) Il en serait de même pour d'autres éléments anatomiques.

dans le liquide d'ulcérations aiguës et chroniques des intestins et des poumons, et aussi dans les stomatites ulcéreuses. D'un autre côté, on a trouvé dans le pus blennorrhagique d'autres parasites que le gonococcus de Neisser. D'après Eklund, il existerait dans le pus de l'urèthre un réseau filamenteux appartenant à un parasite, l'*Ediophyton dictyodes*, qui serait l'agent spécifique de la blennorrhagie ; ce parasite n'a été encore vu par aucun autre observateur. Aubert, de Amicis et Bunsen ont décrit, dans le pus blennorrhagique, en outre des gonococcus de Neisser, d'autres diplococcus, des bactéries et des micrococcus.

La spécificité du gonococcus de Neisser ne peut être établie que par la culture de ce microbe et son inoculation suivie de production de blennorrhagie bien caractérisée au point de vue clinique. Malheureusement la démonstration de cette spécificité reste encore à faire.

Neisser, Leistikow, Krause, Lœffler, disent avoir obtenu des cultures pures de gonococcus par la méthode de Koch ; mais les inoculations faites à différents animaux ont toutes échoué. Constantin Paul, Bouchard, de Sinéty et Henneguy ont obtenu aussi des cultures de gonococcus, mais les inoculations faites à l'homme ou à la femme n'ont donné aucun résultat. Seuls Bokai et Bockart ont obtenu une inflammation de l'urèthre après injection de liquide de culture. Enfin Bunm a cultivé les divers microbes de la blennorrhagie, et, en inoculant le gonococcus développé sur du sérum sanguin stérilisé, il a provoqué chez une femme une blennorrhagie typique.

Les résultats obtenus jusqu'ici sont trop contradictoires pour qu'on puisse admettre comme démontrée la spécificité du gonococcus de Neisser ; mais sa présence constante dans le liquide blennorrhagique peut être d'une grande utilité pour établir le diagnostic de cette affection.

La réaction au papier de tournesol du liquide uréthral peut être aussi un élément de diagnostic ; de Sinéty et Henneguy ont constaté en effet, que dans presque tous les cas où ils ont trouvé, chez la femme, le gonococcus de Neisser dans le pus, recueilli soit dans le canal de l'urèthre, soit dans le col utérin, soit dans les glandes vulvo-vaginales, la réaction du liquide était nettement alcaline ; lorsque, au contraire le liquide était acide, il ne renfermait pas de gonococcus, et se présentait dans l'urèthre, constitué par un grand nombre de cellules épithéliales. La nature presque exclusivement épithéliale du liquide de l'urèthre avait été déjà indiquée par de Sinéty comme caractérisant l'uréthrorrée.

La recherche des gonococcus dans le liquide purulent soit des organes génitaux, soit de la muqueuse oculaire, ne présente aucune difficulté. On prend une goutte de liquide qu'on étale en lame mince sur une lamelle couvre-objet, soit avec une baguette de verre, ou en appliquant la lamelle sur une lame de verre. On fait sécher la lamelle soit à l'abri de la poussière sous une cloche, soit en la passant rapidement au-dessus

d'une flamme. Puis on place la lamelle dans un verre de montre renfermant une solution concentrée de fuchsine, de bleu de méthylène ou de violet de gentiane. Au bout de quelques minutes on lave la lamelle à l'eau distillée pendant quelque temps, cinq à dix minutes; on laisse bien sécher la lamelle, et on monte au baume de Canada. Un procédé plus rapide consiste à mettre la lamelle, au sortir du bain colorant, dans l'alcool absolu pendant quelques secondes, puis à faire sécher sur du papier à filtrer ou au-dessus d'une flamme et à monter dans le baume. Si l'on ne veut pas faire la préparation permanente, on remplacera le baume par l'essence de cèdre ou d'origan, qui ne disolvent pas les couleurs d'aniline.

Le gonococcus ne se colore pas par la méthode de Gram. Cette propriété sert à le distinguer, d'autres diplococcus avec lesquels il présente une grande ressemblance. Lorsqu'on aura des doutes sur l'existence des gonococcus dans un liquide, on fera deux préparations, l'une colorée par la fuchsine ou le bleu de méthylène, l'autre par la méthode de Gram. Si les microbes douteux se colorent dans les deux préparations, on n'aura pas affaire au gonococcus de Neisser.

Les gonococcus se colorent fortement par la fuchsine, le bleu de méthylène et le violet gentiane, ou le violet 5B; leur coloration est beaucoup plus marquée que celle des autres micrococcus. L'intensité de leur coloration et leur volume assez considérable permettent de les reconnaître facilement avec des grossissements de moyenne force, avec le n° 7 de Vérick par exemple; mais, pour bien étudier leur forme et leur disposition, il faut avoir recours aux objectifs à immersion, et principalement aux objectifs à immersion homogène, éclairés par un concentrateur Abbé.

Le microbe de Neisser n'existe jamais en très grande quantité dans le pus blennorrhagique. Lorsqu'on examine une préparation, avec un n° 7 de Vérick par exemple, on ne trouve en général dans le champ du microscope que trois ou quatre sur dix globules de pus qui contiennent des gonococcus. Quelquefois il y en aura encore moins et il faudra les chercher avec soin. Leur nombre n'est pas toujours en rapport avec l'intensité de l'écoulement, et on les trouve souvent en même

quantité dans les blennorrhagies aiguës que dans vieilles uréthrites datant de plusieurs mois.

Il arrive souvent, lorsqu'on examine le liquide contenu dans l'urèthre d'une femme atteinte de blennorrhagie, qu'on trouve le gonococcus associé à un grand nombre de bactéries, de bacilles et de longs filaments de leptothrix ; ces microbes proviennent en général du liquide vaginal qui s'est mêlé à l'entrée du canal de l'urèthre avec le pus blennorrhagique.

---

# CHAPITRE XV

## DES SÉDIMENTS DE L'URINE

Comme il s'agit ici de l'emploi du microscope dans l'examen des urines, nous divisons en deux grandes classes les sédiments qu'elles peuvent renfermer. Nous étudierons d'abord les sédiments formés par des éléments anatomiques organisés, et ensuite les sédiments formés par des éléments non organisés et ayant une forme cristalline.

### Art. Ier.

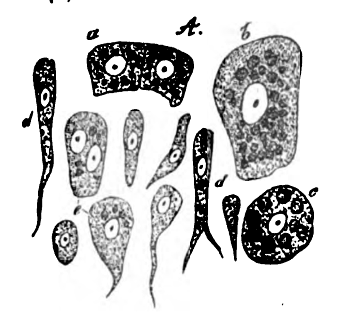
### Sédiments formés par des éléments anatomiques organisés.

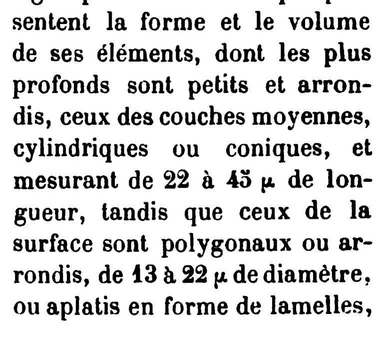
§ 1.

Les éléments organisés les plus simples que l'on rencontre dans les dépôts abandonnés par l'urine, sont des cellules épithéliales. Ces cellules peuvent provenir soit des reins, soit des uretères, soit de la vessie, ou bien encore du canal de l'urèthre ou du vagin. Elles ont une forme différente, quelquefois difficile à apprécier, mais il n'en est pas moins très utile, dans certains cas, de les caractériser.

D'après Kölliker l'épithélium de la muqueuse qui tapisse

le bassinet (fig. 282), les calices et l'uretère, a de 45 à 90 μ; il est stratifié et se distingue par les variétés que présentent la forme et le volume de ses éléments, dont les plus profonds sont petits et arrondis, ceux des couches moyennes, cylindriques ou coniques, et mesurant de 22 à 45 μ de longueur, tandis que ceux de la surface sont polygonaux ou arrondis, de 13 à 22 μ de diamètre, ou aplatis en forme de lamelles,



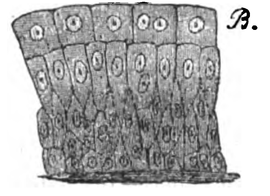



Fig. 282 (*).

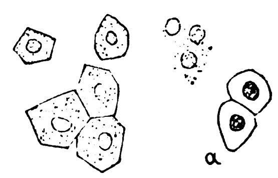



Fig. 283. — Épithélium de la partie contournée des tubes urinifères. — *a*. — Épithélium traité par l'acide acétique.

qui ont jusqu'à 45 μ de diamètre. Ces cellules ont cela de re-

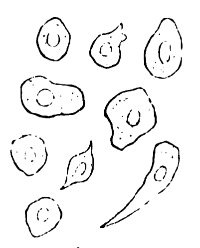


Fig. 284. — Épithélium vésical altéré.



Fig. 285. — Épithélium vaginal à tous les degrés de développement dans la leucorrhée épithéliale et vaginale. Gross. 220 D. (D'après Taylor-Smith.)

marquable, qu'on y rencontre souvent deux noyaux; on y trouve aussi des grains arrondis, transparents, à contours

(*) Épithélium du bassinet de l'homme. Grossiss. 350 D. — A. Cellules épithéliales isolées *a*, petites cellules pavimenteuses; *b*, grosses cellules pavimenteuses; *c*, les mêmes avec corpuscules en forme de noyau dans leur intérieur; *d*, cellules cylindriques et coniques des couches profondes; *e*, formes intermédiaires (Kölliker). — B. Lambeau d'épithélium.

médiocrement foncés, de 2 à 4,5 μ de largeur, qui prennent quelquefois l'aspect de noyaux.

L'épithélium de la muqueuse vésicale (fig. 286) est stratifié, et a de 60 à 100 μ d'épaisseur: les éléments les plus profonds de l'épithélium sont en général fusiformes, coniques ou cylindriques; ceux qui les recouvrent sont arrondis, polygonaux ou aplatis. Ces éléments sont aussi irréguliers que ceux du bassinet, et présentent des formes étoilées ou dentelées (Kölliker).

L'épithélium de l'urèthre (fig. 286, B) est surtout cylindrique, devenant écailleux vers l'orifice. Ses cellules sont pâles et ont 26 μ de longueur

L'épithélium du vagin (fig. 285) consiste en grandes cellules de la variété pavimenteuse.

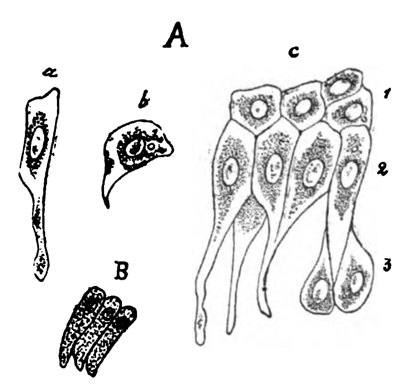



Fig. 286. — A. Épithélium de la vessie (d'après Stricker) ; *a*, une cellule de la deuxième couche ; *b*, cellule de la première couche ; *c*, vue des trois premières couches de l'épithélium en place. — B. Cellules épithéliales de l'urèthre.

Dans certaines affections rénales, les cellules épithéliales qui tapissent les tubuli subissent des altérations qu'il est très important de connaître. Nous n'avons pas à les étudier sur place, mais comme à la suite de ces altérations il se fait une sécrétion d'une substance protéique hyaline, vitreuse, à l'intérieur des tubes urinifères, cette substance englobe, ou montre à sa surface, des éléments cellulaires plus ou moins altérés. Nous prendrons pour guide, dans cette étude, le *Manuel d'histologie pathologique* de MM. Cornil et Ranvier; ces auteurs ont exposé avec une haute compétence tout ce qui a trait à la question qui nous occupe.

Nous venons de voir que la substance protéique est sécrétée à la suite d'altérations cellulaires; elle revêt la forme cylindrique de telle sorte qu'on a donné à ces coagulations le nom de *cylindres*. Ceux-ci sont emportés par l'urine dans laquelle

on les retrouve et ils sont la caractéristique des désordres dont le rein est le siège.

On peut trouver dans les urines des cellules épithéliales granuleuses contenant des granulations transparentes et colloïdes. Ces cellules sont unies par une matière homogène et légèrement granuleuse, difficile à constater mais dont la présence, suivant MM. Cornil et Ranvier, est indiscutable : ce sont les *cylindres épithéliaux* ou gaines épithéliales (MM. Duval et Lereboullet). Ces gaines épithéliales sont formées par des cellules polyédriques très régulièrement disposées les unes à côté des autres, renfermant ou non des granulations amorphes. Le noyau de ces cellules devient très apparent par l'action de l'acide acétique. D'après MM. Duval, Lereboullet et Golding-Bird, ces cylindres épithéliaux se trouvent dans l'urine, non seulement dans les cas de néphrite, mais encore chaque fois qu'il y a fièvre intense. C'est ainsi que ces auteurs ont pu constater leur présence dans la scarlatine, et même dans l'érysipèle.



Fig. 287. — Épithélium rénal et gaine des tubes urinifères. Gross. 220. D.

Sous le nom de *cylindres muqueux*, MM. Cornil et Ranvier ont décrit des cylindres très pâles, étroits, formés d'une matière amorphe finement granuleuse, molle, dont les bords ne sont pas limités par une ligne sombre. Ils ont souvent à leur surface des cellules rénales ou des corpuscules lymphatiques. Ces cylindres, généralement très longs, formés d'une matière protéique analogue à la mucine, sont fréquemment difficiles à reconnaître à cause de leur transparence. Leur présence dans l'urine n'a pas une signification grave; elle est souvent le résultat d'une congestion simple du rein ou d'un catarrhe léger des tubuli.

Les *cylindres hyalins*, que l'on rencontre dans la plupart des affections des reins amenant l'albuminurie, sont formés par une matière homogène, hyaline, colloïde, sans granulations dans leur intérieur. Leurs bords sont bien accentués et ombrés; ils ne s'aplatissent pas entre deux lames de verre et conservent la forme cylindrique. Les extrémités sont formées par une surface

circulaire. Ils varient comme forme, comme longueur et comme diamètre; le plus souvent ils n'ont pas plus de 50 à 100 μ, mais ils peuvent atteindre 1 millimètre de longueur; ils sont quelquefois en tire-bouchon, comme les tubes contournés où ils ont pris naissance. Il en est de très étroits, d'autres sont très gros. Leur largeur varie entre 5 et 40 μ et quelques-uns portent des fentes vitreuses et des fêlures transversales. Quand ils sont nombreux, disent MM. Cornil et Ranvier, ils indiquent toujours une maladie de Bright grave; s'ils sont durs et à bords ombrés, ils sont l'indice que l'affection remonte à une époque ancienne.

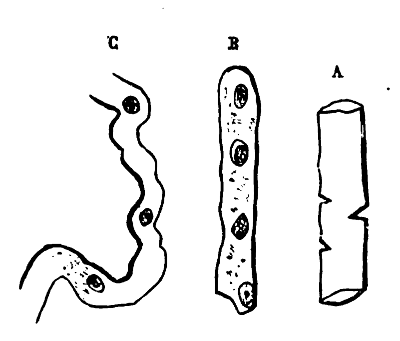


Fig. 288. — A. Cylindre hyalin avec cassures sur ses bords. — B. Cylindre hyalin ayant entrainé à sa surface des fragments de cellules. — C. Cylindre contourné. (D'après Cornil et Ranvier.)

L'acide acétique est sans action sur eux; ils se colorent facilement par toutes les matières colorantes, par le carmin, par la matière colorante du sang, de telle sorte que lorsque le sang est mélangé à l'urine dans la maladie de Bright, ils sont colorés en jaune brun. La solution d'iode dans l'iodure de potassium les colore, mais la coloration ne persiste pas. L'action de l'acide osmique, employé comme il a été dit page 371, est peu accusée. Ce réactif colore en brun pâle les quelques granulations qu'ils renferment parfois.

Dans le cas de dégénérescence granulo-graisseuse, des cellules épithéliales grenues se fixent à la surface du cylindre et constituent comme une sorte de revêtement cortical complet.

Accidentellement, ces cylindres peuvent présenter, à leur surface ou dans leur intérieur, des granulations d'*urate de soude* ou des cristaux de phosphate tribasique, d'oxalate de chaux ou d'acide urique. Chacun de ces corps présente des caractères spéciaux que nous étudierons ci-après.

Dans l'ictère, les *cylindres hyalins* sont colorés en jaune et recouverts de granulations jaunes ; on rencontre également dans l'urine des cellules épithéliales contenant du pigment biliaire, et même, suivant une observation de MM. Cornil et Ranvier, des cristaux de *biliverdine*.

Dans un certain nombre d'intoxications, les reins subissent des altérations profondes, caractérisées par la dégénérescence granulo-graisseuse (fig. 289 et fig. 290). C'est le phosphore qui produit les désordres les plus graves et les plus rapides, mais ces désordres se retrouvent également dans l'empoisonnement par l'arsenic et par l'antimoine. Les cylindres que l'on rencontre alors dans l'urine sont composés par une masse grenue, contenant des molécules graisseuses. Dans ces cas, l'acide osmique, vu la présence de la graisse, colore les cylindres en noir intense.

Lorsque sous l'influence de l'élimination de certains poisons, ou de toute autre cause, il se produit dans le rein une congestion intense, il se fait des hémorrhagies à l'intérieur des tubes urinifères ; la fibrine s'y coagule et prend la forme des tubes. On a alors de véritables *cylindres fibrineux*. Les caractères de la fibrine s'y retrouvent, en effet, tels que nous les avons indiqués ; elle a l'aspect fibrillaire et se gonfle sous l'influence de l'acide acétique. Entre les mailles, on peut même distinguer des globules blancs et des globules rouges. Quelquefois la fibrine peut se présenter sous la forme de petites masses, contenant également des hématies altérées par leur séjour au contact de l'urine.

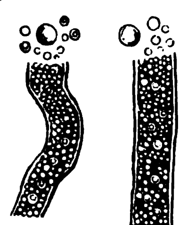


Fig. 289.— Stéatose pure. Tubes du rein ; substance corticale.



Fig. 290. — Cylindres granuleux trouvés dans l'urine albumineuse.

*Mode opératoire pour la recherche des cylindres* (Cornil et Ranvier). — Pour pratiquer avec succès la recherche des cylindres, il faut, après avoir laissé reposer l'urine dans un verre à expériences, prendre avec une pipette une goutte de dépôt, la mettre sur une lame de verre et l'examiner à un faible grossissement (100 à 150 diam.), *en ayant soin de*

*ne pas la recouvrir par un verre mince.* Si on opérait autrement, les cylindres pourraient être chassés par la compression des lamelles, en dehors de la préparation. L'emploi des réactifs colorants (carmin acide osmique) a l'avantage de permettre de mieux étudier les cylindres et les éléments cellulaires qui les accompagnent parfois.

## § 2. DU PUS DANS L'URINE.

On rencontre fréquemment du pus dans l'urine pathologique. Les caractères des globules blancs ne diffèrent pas sensiblement de ceux que nous avons donnés; toutefois, lorsque l'urine est ammoniacale, les globules de pus sont profondément altérés et se transforment en une masse muco-gélatineuse, adhérant assez fortement au vase. L'examen microscopique permet néanmoins de retrouver dans cette masse des globules de pus parfaitement caractéristiques. Si l'urine n'est que légèrement ammoniacale, les leucocytes sont gonflés, pâles et montrent parfois leurs noyaux. Souvent ils sont augmentés de volume. Ce gonflement peut être tel, dit Robin, que les granulations sont douées d'un mouvement brownien, dans le leucocyte où se sont formés un ou deux éléments nucléiformes ; sur d'autres globules la surface de l'élément est seule gonflée en une vésicule hyaline, entourant la masse granuleuse que constitue l'ensemble de ce dernier.

Dans l'urine, les leucocytes sont généralement privés de mouvements amébiformes. Quand ces leucocytes proviennent de la vessie, ils sont généralement accompagnés de cristaux d'urate et de phosphate ammoniaco-magnésien.

Lorsque l'urine renferme une quantité notable de pus, celui-ci gagne les parties inférieures du vase; toutefois ce dépôt se fait d'autant plus lentement, que la proportion du pus est moindre. Pour faciliter le dépôt de globules du pus, M. Méhu conseille d'ajouter à l'urine du sulfate de soude pur.

La présence du pus dans l'urine est toujours un symptôme important à signaler. Il ne faut pas oublier, cependant, que le pus peut provenir chez la femme, du vagin, et chez l'homme, du canal de l'urèthre.

Dans les cas douteux, il sera nécessaire de recourir à l'action des réactifs chimiques sur le liquide urinaire. La consistance visqueuse de l'urine peut tenir en effet à du *mucus* ou à du *pus*. En ajoutant un cinquième de son volume d'ammoniaque et en agitant fortement avec une baguette de verre, l'urine devient fluide si elle renferme du mucus, elle devient au contraire gluante si elle renferme du pus, au point qu'on

peut parfois renverser le verre à expérience qui renferme l'urine sans en rien faire tomber (Yvon).

## § 3. DU SANG DANS L'URINE.

Au contact de l'urine, les globules rouges subissent des modifications d'autant plus profondes, qu'ils y ont séjourné plus longtemps, soit dans la vessie, soit dans le vase où elle a été recueillie. La réaction de l'urine a une certaine influence sur la rapidité de l'altération des globules sanguins. Lorsqu'elle est acide, ces derniers se conservent à peu près intacts pendant un temps assez long; ils sont dentelés et gonflés et se rapprochent de la forme sphérique. Leur couleur est plus claire qu'à l'état normal; en outre, ils ont toujours des contours plus nets, mais ils ne sont plus empilés les uns sur les autres.

Le moyen le plus simple de recueillir les globules sanguins est de laisser déposer l'urine dans un tube effilé ou dans un vase conique.

Quand les globules de sang ne sont pas détruits et qu'ils se sont déposés, l'urine n'offre pas de coloration particulière. Si, au contraire, la matière colorante du sang s'est dissoute dans le liquide urinaire, celui-ci peut prendre des colorations variant du brun au rouge-orangé.

Quelquefois on trouve du pus en grande abondance mélangé aux globules rouges, et, dans ces cas, il n'est pas rare de trouver dans le dépôt urinaire, des fragments de calculs qui ont pu donner lieu à une inflammation des bassinets ou produire des déchirures, en passant par les uretères.

Lorsque les globules rouges sont complètement détruits, l'urine renferme en dissolution la matière colorante du sang; c'est alors qu'il faut recourir au *spectroscope*, pour mettre en évidence la présence du sang dans l'urine.

L'existence du sang dans l'urine a des significations diverses suivant que ce dernier provient des reins, de la vessie, du canal de l'urèthre.

## § 4. DE LA FIBRINE DANS L'URINE.

Si la quantité de sang contenue dans l'urine est abondante, on peut rencontrer des caillots fibrineux affectant des formes diverses ainsi que des volumes variables, et présentant les caractères sur lesquels nous avons insisté déjà.

Parfois la fibrine affecte l'aspect filiforme, ou se présente sous l'apparence de très petites particules.

Quand on veut examiner un de ces caillots fibrineux, on le saisit avec

une pince et on le porte sur la lamelle, où il est dissocié avec des aiguilles, sans y ajouter d'autres liquides que l'urine elle-même.

§ 5. DES SPERMATOZOÏDES DANS L'URINE.

Nous renvoyons au chapitre spécial que nous consacrons aux spermatozoïdes, pour leur description. Il nous suffira de dire que pour faire la recherche des spermatozoïdes dans l'urine, il faut la laisser déposer dans un verre conique, et examiner les couches inférieures du liquide à un grossissement d'au moins 300 diamètres. On se trouve bien de recueillir les dépôts abandonnés par l'urine à l'aide d'une pipette effilée, dont le maniement est connu de tous.

Généralement les spermatozoïdes sont privés de mouvement; tantôt ils sont rectilignes, tantôt au contraire la partie inférieure est recourbée sur elle-même, ou sur la partie antérieure.

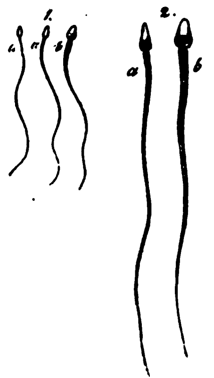


Fig. 291. — Spermatozoïdes de l'homme. — 1. Grossissement de 380 D. — 2. Grossis. de 800 D.; *a*, vu de profil; *b*, vu de face.

Dans certains cas, on a pu observer dans l'urine (Clémens) des cellules spermatiques renfermant des spermatozoïdes, ou seulement des granulations.

On trouve des spermatozoïdes dans l'urine, après des pollutions volontaires ou involontaires; l'examen de cette sécrétion peut donc devenir très important, lorsqu'il s'agit de déterminer l'existence d'une spermatorrhée ou de l'onanisme.

L'existence des spermatozoïdes a été constatée dans l'urine de la femme après le coït.

Souvent, outre les spermatozoïdes, on peut rencontrer des cristaux d'oxalate de chaux, des leucocytes, des cellules d'épithélium vésical, ainsi que des filaments de mucus. D'après M. Robin, dans le cas où l'on aurait à examiner une urine contenant à la fois des spermatozoïdes et des globules sanguins, c'est au-dessous du dépôt sanguin qu'il faudrait aller chercher les spermatozoïdes.

M. Rouvière conseille de suivre la méthode suivante, pour la recherche des spermatozoïdes dans l'urine. On laisse déposer l'urine suspecte,

après avoir ajouté à sa surface, lorsqu'on est en été, une couche de benzine qui s'oppose à la putréfaction. On décante au bout de dix à douze heures, puis on agite le dépôt avec de l'éther. On recueille le liquide éthéré, on le place dans un verre conique, et on y ajoute quelques gouttes d'eau distillée. Par ce moyen, dit l'auteur de cette méthode, on concentre les spermatozoaires sous un petit volume, avec les matières grasses et le mucus; ce liquide, examiné au microscope, laisse voir les spermatozoaires, en si petit nombre qu'ils soient. M. Rouvière signale l'existence de spermatozoaires d'un plus petit volume que ceux que l'on rencontre normalement.

### § 6. BACTÉRIENS, INFUSOIRES, ETC., DANS L'URINE.

L'urine abandonnée à l'air subit la fermentation ammoniacale. On y trouve alors le *Micrococcus ureæ* et le *Bacillus ureæ*, dont il a été question pages 281 et 298.

A la surface des urines glycosuriques, c'est le *saccharomyces cerevisiæ* (page 308) qui végète, formant une couche mince, blanchâtre.

Le D. Hassal, d'autre part, a décrit dans une urine acide et albumineuse des végétations qu'il a rapportées au *Penicillium glaucum*.

On peut également trouver dans l'urine certains des bactériens pathogènes : le *Streptococcus erysipelatis*, le bacille de la tuberculose, divers vibrions; enfin parmi les végétaux unicellulaires qui peuvent se développer dans l'urine se trouvent les *sarcines* (voir fig. 292). La présence de sarcines dans l'urine a été constatée par différents auteurs, en particulier par Ph. Munk, par Virchow, par Welker. La réaction de l'urine paraît être sans influence sur leur développement. Ce sont des organismes formés de petites cellules mesurant 0 μ 1 à 0 μ 2, dont les groupes comprennent jusqu'à 60 individus.

Nous ajouterons encore que Basham a rencontré, dans l'urine d'un malade atteint d'*oxalurie*, une conferve mélangée à l'oxalate de chaux. Cette conferve était constituée par de nombreuses cellules annulaires nucléées, quelques-unes elliptiques et en fer à cheval. Leur apparence annulaire indiquait évidemment une plus grande épaisseur vers les bords qu'au centre, comme cela existe dans l'*uredo* et dans la *puccinia* (1).

(1) Dans une communication faite à la Société de biologie, le 15 mars 1879, sur les urines bleues, M. A. Robin a appelé l'attention sur certaines

Il est très commun de rencontrer des infusoires dans l'urine, surtout quand celle-ci est alcaline, mais cette condition n'est pas indispensable. L'apparition de ces êtres suit souvent de très près l'émission de l'urine; ils ont la forme linéaire et une longueur variant entre 5 μ et 8 μ. Ils se meuvent avec une rapidité extrême; souvent ils prennent naissance dans la vessie, et on peut constater leur présence dans l'urine fraîche.

Neubauer et Vogel (pag. 153) décrivent comme des *infusoires* des monades punctiformes, qui se grouperaient sous forme de chapelet ou de ramification. Quand l'urine commence à s'altérer, ils seraient en petit nombre; plus tard ils deviennent plus nombreux, se rassemblent à la surface du liquide, où ils forment, avec le triple phosphate et les champignons, une pellicule qui se fendille et tombe plus tard au fond du vase.

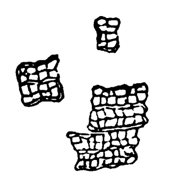


Fig. 292. — Sarcines.

Hassal a trouvé dans l'urine une deuxième espèce d'infusoire, le *Bodo urinarius;* les individus qui sont vivants et qui se meuvent sont ovales ou ronds, et ont un diamètre variant entre 1/60e et 1/100e de millimètre; ils sont granulés et semblables à des cellules muqueuses. Souvent ils sont plus larges à une extrémité et en différentes parties, ils sont pourvus de un, deux ou trois cils. Ils se multiplient par division. D'après Hassal, ils ont la plus grande analogie avec le *Bodo intestinalis* d'Ehrenberg. On les rencontre fréquemment dans l'urine albumineuse, à côté des infusoires (Neubauer et Vogel, *loc. cit.*).

## § 7. DE LA KYESTÉINE.

On a décrit sous ce nom une sorte de pellicule, qui se forme fréquemment à la surface de l'urine émise par les femmes enceintes. Certains auteurs avaient même cru voir dans cette pellicule un élément sérieux pour diagnostiquer la grossesse.

urines qui ne bleuissent qu'à la surface. Ayant examiné au microscope la pellicule bleuâtre, il y a reconnu la présence d'organismes inférieurs, qu'il n'a pas déterminés, mais qui, à notre avis, semblent beaucoup se rapprocher par leurs réactions chimiques de ceux que l'on rencontre dans le pus bleu.

Le nom que porte cette pellicule lui a été donné par *Nauche*. Un grand nombre d'opinions diverses ont été formulées sur la nature de la kyestéine, nous allons résumer les principales.

D'après Golding Bird, si on examine la pellicule au microscope, on y découvre un très grand nombre de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, entrelacés dans une masse de matière granuleuse, parsemée çà et là de globules graisseux. Lorsque l'urine est conservée un certain temps, la pellicule se brise et tombe sous forme de dépôt au fond du vase. Si l'on recueille le dépôt sur une lame de verre, il présente la même apparence que la pellicule, mais les cristaux sont plus nombreux, et la matière animale se montre sous la forme de granules amorphes. L'acide acétique semble coaguler cette matière amorphe ; elle est au contraire dissoute par l'ammoniaque. Outre ces éléments, la kyestéine renferme encore de la matière grasse, que le docteur Ress a pu caractériser microscopiquement, et que Lehman avait pu recueillir, en traitant la kyestéine par l'éther. On a proposé de donner à la substance albuminoïde de la kyestéine le nom de *gravidine* (Starck), mais, comme le fait observer Golding Bird, ce nom ne peut être accepté, attendu qu'il préjuge une question et qu'il ne la résout pas.

Hœffle et Veit sont d'avis que la kyestéine est formée surtout par des infusoires, auxquels se mêlent des algues et des conferves, ainsi que des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien. Lehman a formulé une opinion à peu près semblable. D'après Robin, cette pellicule ou kyestéine se formerait d'autant plus vite que l'urine est mélangée à une plus grande quantité de substances organiques coagulables, telles que du mucus ou de l'albumine.

M. Béchamp (Recherches sur la nature de la kyestéine, *Montpellier médical*, 1870, p. 209) s'est occupé également de cette question, qu'il a traitée au point de vue d'idées spéciales qu'il professe, mais qui jusqu'ici ne comptent qu'un nombre restreint de partisans. Pour lui, cette matière albuminoïde, qui se rapprocherait de la caséine d'après Golding Bird, du mucus d'après Lehman et de la mucosine altérée d'après Robin, ne serait que la *néphrozymase*, qui servirait à nourrir les nom-

breux infusoires et bactéries, seuls agents qui, d'après M. Béchamp, peuvent donner naissance à la kyestéine.

§ 8. DE LA MATIÈRE GRASSE DANS L'URINE.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler des *urines chyleuses* à propos des hématozoaires (voy. p. 430, note 1). Souvent les urines chyleuses ou lactescentes sont en même temps hématuriques. Les globules sanguins gagnent la partie inférieure du vase, tandis que les globules chyleux ou graisseux gagnent les couches supérieures du liquide. Il est nécessaire d'examiner ces globules graisseux à un grossissement considérable, car ils sont souvent tellement fins, qu'ils échapperaient facilement à la vue. Ils sont animés du mouvement brownien, et l'éther les dissout facilement. M. Robin conseille d'employer le procédé suivant, pour faciliter l'agglomération de ces corpuscules graisseux. Ce procédé consiste à chauffer la préparation sur la lampe à alcool, ou mieux, à chauffer préalablement une certaine quantité de liquide, dans un verre de montre ou dans une capsule, à moins que, l'urine se trouvant albumineuse, on provoque ainsi la formation de caillots albumineux. En raison même de l'origine supposée de ces urines chyleuses, il faudra toujours rechercher si le dépôt formé au fond du verre renfermant le réactif contient soit des tubes rénaux, des épithéliums, des hématozoaires, des œufs de parasites, etc. Dans ce dernier cas, il sera prudent d'examiner le sang, afin d'y rechercher des parasites.

Il y a au sujet des urines renfermant des globules graisseux, plusieurs observations importantes à faire. S'il n'est pas très rare de rencontrer des globules de matière grasse dans l'urine, il faudrait cependant se bien garder de leur attribuer une origine pathologique, surtout quand l'urine a été extraite à l'aide d'une sonde. On sait, en effet, que les sondes sont toujours imprégnées d'un corps gras, huile, cérat, beurre, etc. Le corps gras employé peut se retrouver dans l'urine, même un certain temps après que le malade a été sondé.

Dans quelques auteurs il est fait mention d'urines laiteuses, c'est-à-dire contenant des globules de matière grasse du lait.

Chaque fois que les malades dont provenaient ces urines pseudo-pathologiques étaient soumis à une étroite surveillance, on ne tardait pas à découvrir une supercherie. A ce propos, nous dirons, d'une façon générale, que chaque fois que l'on trouvera dans un liquide physiologique un élément tout à fait en dehors de ceux qu'on a l'habitude d'y rencontrer, il faudra se tenir sur la plus grande réserve et soumettre le malade à une surveillance attentive. Si quelquefois les malades peuvent tromper le médecin sans le vouloir, il en est un certain nombre, surtout parmi les femmes, hystériques ou non, qui mettent tout en œuvre pour induire le médecin en erreur. Dans tous les cas, le volume des globules du lait dépasse de beaucoup celui des globules gras des urines chyleuses.

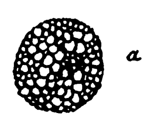






Fig. 293. — *a.* Bloc graisseux sans noyau. — *b.* Bloc graisseux avec noyau, des cellules des tubes contournés (d'après Yvon).

Une urine riche en globules de pus peut parfois donner à l'œil l'aspect d'une urine chyleuse ou laiteuse. Un simple examen microscopique tranchera la question.

Beale est d'avis que les urines véritablement chyleuses, doivent cette particularité à une séparation du chyle par les reins. Le même auteur, dans le cas de dégénérescence graisseuse du rein, aurait trouvé des cellules adipeuses dans l'urine. Dans le cas de dégénérescence graisseuse du rein, il se forme de la graisse dans les cellules épithéliales des tubuli. Ces cellules épithéliales se rencontrent dans l'urine, remplies de globules graisseux ; il en est quelquefois de même des tubes qui les contiennent. Claude Bernard a vu, et souvent nous avons pu le constater également, que lorsqu'on fait entrer dans l'alimentation d'un chien une grande quantité de matières grasses, on en retrouve par le microscope dans l'urine ; il ne serait pas impossible que, chez certaines personnes absorbant une grande quantité de matières grasses, ou d'huile de foie de morue, on pût également retrouver dans l'urine des globules graisseux.

Golding Bird décrit, d'après le docteur Florian Heller, une matière grasse particulière trouvée par ce dernier dans l'urine

d'un malade. Ce patient, qui présentait tous les symptômes de la pierre, rendait de petites concrétions qui, à l'examen, se montrèrent composées d'une substance grasse spéciale. Ces concrétions, à l'état récent, étaient lisses, devenant par la dessiccation dures, jaunes, cireuses, amorphes ; présentant à la lumière transmise une couleur jaune sale. Cette substance fond à la chaleur, se boursoufle et s'enflamme, émettant une odeur particulière de gomme laque, de benjoin, en laissant une cendre volumineuse. On lui a donné le nom d'*uro-stéalithe*.

### § 9. MUCUS DE L'URINE. — ÉNÉORÈME (Donné, Robin).

Lorsque l'on verse de l'urine normale, peu de temps après son émission, dans un vase conique, on voit se former, après le refroidissement, un léger nuage qui gagne lentement et peu a peu le fond du vase. On a donné à ce dépôt léger le nom impropre de mucus, qui implique une simplicité de constitution qu'il n'a pas. M. Robin conserve à ce dépôt le nom d'énéorème.

On recueille cet énéorème à l'aide d'une pipette, en prenant la précaution d'attendre qu'il ait gagné la partie la plus effilée du tube, et alors on en laisse tomber une goutte sur le porte-objet. M. Robin conseille d'examiner ce dépôt à un grossissement de 400 à 500 diamètres, en raison de sa ténuité. Le même auteur donne un moyen pratique de faciliter le dépôt des énéorèmes, par l'addition à l'urine d'un ou deux dixièmes de son volume d'alcool. Suivant M. Robin, cette proportion d'alcool n'altère pas les épithéliums, les spermatozoïdes, les filaments de mucus, ni même les hématies. Les leucocytes seuls deviennent un peu irréguliers.

Comme on le voit, la composition des énéorèmes est très complexe; on y trouve quelques rares cellules épithéliales, souvent difficiles à rencontrer. Ces cellules épithéliales proviennent presque toujours de la vessie; nous avons donné les principaux caractères de ces cellules.

Quelquefois ces cellules épithéliales sont couvertes de fines granulations, qui sont considérées, dit M. Robin, comme des *Micrococcus*. Outre ces éléments, ces dépôts comprennent encore souvent des leucocytes appelés aussi, par quelques auteurs, globules muqueux (voy. *Pus*).

Donné a décrit dans son *Cours de microscopie* (p. 260) des filaments blancs parfaitement distincts, que l'on rencontre dans l'urine normale, au moment où elle vient d'être rendue. La présence de ces filaments, peut inquiéter vivement des personnes ayant eu déjà des affections des voies urinaires. Ils peuvent avoir 1, ou 2, ou 3 centimètres de long, et de 1 à 3 dixièmes de millimètre d'épaisseur. Ils sont constitués par des filaments muqueux, se gonflant peu à peu dans l'urine et quelquefois striés. Lorsque ces stries n'existent pas, on peut les faire apparaître par l'action de l'acide acétique. Ces filaments peuvent contenir des leucocytes, des cellules épithéliales, et quelquefois des zoospermes morts, ou même vivants, quand l'urine est fraîche. Ces éléments, ainsi que le fait observer avec raison M. Robin, sont plus nombreux chez les individus qui ont eu récemment la blennorrhagie ; c'est même souvent pour eux une cause d'inquiétude. Donné avait émis l'idée que ces filaments provenaient des canaux prostatiques, mais cet organe ne produisant pas de mucus, M. Robin les fait venir des plis du golfe de l'urèthre ou de Lecat, à la jonction des parties membraneuse et bulbaire du canal ; c'est en ce point, d'après cet auteur, qu'ils se chargeraient de quelques spermatozoïdes, qui se trouvent souvent dans le canal des personnes continentes. Les leucocytes et les cellules épithéliales qui les accompagnent viennent également du canal de l'urèthre.

Ainsi que nous l'avons dit, dans le cours de la blennorrhagie, ou peu de temps après sa guérison, on trouve dans l'urine une quantité assez considérable de ces filaments, chargés d'un grand nombre de leucocytes et de cellules épithéliales, venant de l'urèthre. Outre ces éléments, le dépôt dont nous venons d'étudier les parties constituantes contient encore parfois des urates et des cristaux d'oxalate.

L'urine de la femme contient souvent des cellulos épithéliales et du mucus, provenant du vagin.

Dans un article publié le 30 août 1876 dans le *Bulletin de thérapeutique*, M. Méhu a nié l'existence, dans l'urine, du mucus vésical. Cet auteur s'appuie sur ce fait, qu'une urine filtrée et récente ne se trouble pas par l'acide acétique, et par conséquent ne contient pas de *mucine* (voy. art. ***Mucus***).

Lorsque l'urine, même acide, donne un trouble par l'acide acétique, on est en droit d'y rechercher la présence des leucocytes. Cette présomption devient une certitude, si l'urine se trouble par la chaleur seule.

Pour M. Méhu, l'expression *mucus de la vessie* a pour signification *pus dans la vessie*. (Voir page 459 pour la distinction entre le mucus et le pus.)

Dans les cas de cystite et de catarrhe vésical, l'urine laisse déposer un dépôt muqueux et très filant. Pour le recueillir, on est obligé de décanter l'urine et d'en saisir avec des pinces une portion, que l'on porte sur le champ du microscope. Il faut employer pour l'examen un grossissement de 400 diamètres. On constate la présence, dans ce mucus, de cellules épithéliales pavimenteuses de la vessie, polyédriques, sphéroïdales, granuleuses ou non, et enfin une grande quantité de leucocytes généralement granuleux. Lorsque l'urine est ammoniacale, le mucus devient glaireux et partiellement miscible à l'urine, qui est rendue filante.

### § 10. DES POUSSIÈRES ET DES CORPS ÉTRANGERS QUE L'ON PEUT RENCONTRER DANS L'URINE.

L'air ambiant, les vases employés, les instruments dont l'observateur se sert, l'opérateur lui-même, sont autant de véhicules aptes à introduire dans les préparations les corpuscules ou les objets les plus divers. Il résulte du nombre considérable de ces chances d'erreurs ou de fausses interprétations, que l'opérateur doit mettre tout son soin à placer les objets destinés à être étudiés au microscope, à l'abri des substances qui peuvent être apportées par les différentes voies auxquelles nous faisions tout à l'heure allusion.

Le meilleur moyen, dit M. Robin, de se familiariser avec l'étude des poussières que peut contenir un laboratoire, c'est de laisser exposée à l'air libre une lamelle de verre et d'examiner ensuite au microscope, à l'aide d'une goutte de glycérine, les corpuscules qui s'y sont déposés. A côté de granulations calcaires ou siliceuses de volumes variables, de forme généralement polyédrique, mais plus souvent irrégulière, on trouve des

cellules d'origine végétale, des fragments de fibres ligneuses ou libériennes, des poils de plante (voy. leur description), des cellules filamenteuses provenant des aigrettes de certains fruits ; toutes les variétés de grains de pollen, de fécules, de thèques ou sporanges divers, de spores de cryptogames ; du noir de fumée et des fragments de charbon. On peut encore y rencontrer des

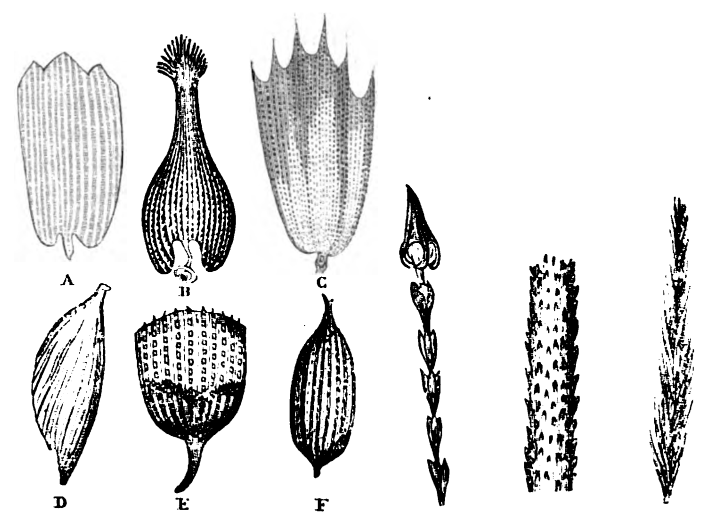



Fig. 294. — A. Ecaille de papillon blanc (*Satyrus janira*) vue dans l'eau et grossie 150 fois. — B. Écaille en cœur du *Pieris rapæ*, vue à sec ; grossie 200 fois. — C. Écaille de papillon blanc (*Pieris napi*) provenant de la tache noire de l'aile supérieure, vue dans l'eau gommée ; grossie 160 fois. — D. Écaille d'insecte coléoptère (*Callichroma alpina*) ; grossie 250 fois. — E. Écaille de papillon (*Polyommate argiolus*) ; grossie 400 fois. — F. Écaille d'insecte (Dermeste des fourrures, *Attagenus pellio*) ; grossie 200 fois.

Fig. 295. — A. Poil articulé et sagitté de la larve d'anthrène ; grossi 300 fois. — B. Poil hispide, portion d'un poil volumineux avec aspérités de la surface (larve d'anthrène). — C. Poil hispide de la larve d'anthrène ; grossi 300 fois, entièrement velu.

éléments anatomiques entiers ou brisés, ainsi que des fragments de tissus animaux, tels que : écailles de papillon, d'insectes divers (fig. 294 et 295) ; cellules épithéliales desséchées ; poils ou fragments de poils des insectes (fig. 295) et vertébrés ; barbes et barbules de plume ; fragments d'animaux articulés de très petit volume, tels que les acariens (fig. 296), squelettes d'infusoires siliceux et autres, surtout dans les temps de grands vents ;

corpuscules indéterminés de nature azotée, de formes variées, parmi lesquels il en est d'arrondis, offrant les caractères d'infusoires entiers et desséchés, etc. — Nous renvoyons d'ailleurs pour les détails à notre chapitre : *Poussières et miasmes de l'air*.

On comprend que, suivant que les poussières examinées proviendront d'un milieu différent, elles pourront présenter une composition essentiellement variable. Dans une pharmacie, dans un atelier industriel, on aura des poussières différant complètement.

Les poussières qui se détachent des vêtements, dit M. Robin, sont de formes diverses et se présentent sous l'apparence de granulations sans coloration particulière. L'eau est sans action sur eux, l'acide acétique les attaque faiblement, en dégageant quelques bulles de gaz, tandis que l'acide chlorhydrique les dissout complètement, en produisant un dégagement de gaz plus abondant. Ces réactions permettent de supposer que ces granulations sont formées par un carbonate.

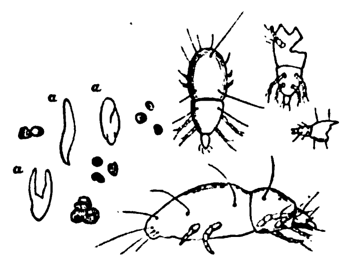



Fig. 296. — Poussières contenant des enveloppes de *Tyroglyphus entomophagus*. — *a*. Ovules de l'acarien, qui est représenté de dos et de côté. Enveloppes provenant de la mue de l'acarien. Fèces globuleuses (d'après A. Laboulbène et Ch. Robin).

Nous avons dit que l'on trouvait également dans les poussières une grande quantité de sporanges ou de spores, provenant d'espèces diverses, parmi lesquelles M. Robin signale les suivantes, dont on trouvera les caractères dans la première partie de ce livre : *Puccinie*, *Phragmidium*, *Uredo*, *Æcidium*, *Oïdium*. On a également donné les caractères des différents pollens, ainsi que ceux des fécules.

Il est aussi très important de se familiariser avec l'aspect des fragments de liège, qui tombent fréquemment dans les vases à la fermeture desquels il a été employé.

Nous ne saurions trop le répéter, il faut se mettre en garde contre les simulateurs. M. Robin signale quelques-unes de ces fraudes. Des malades introduisent dans le canal de l'urèthre de la laine de matelas, des cheveux, qui sont entraînés ensuite

par l'urine. Nous consacrons un chapitre spécial à l'étude des poils de différents animaux, le lecteur y trouvera leurs principaux caractères. Au sujet des cheveux que l'on peut trouver dans l'urine, il est utile de savoir que, dans des cas très rares, la *pilimiction* (Robin) peut se produire; il arrive quelquefois que des kystes pileux peuvent s'ouvrir dans la vessie; les cheveux, séjournant au contact de l'urine, peuvent se charger d'urates ou d'acide urique. Outre les cheveux, on peut trouver encore dans l'urine des filaments de coton, de chanvre, de soie, de laine, etc. Chacune de ces substances a été ou sera étudiée, nous n'y reviendrons pas.

Il est très important de se familiariser avec l'étude des plumes d'oiseaux et du duvet.

La présence de l'amidon dans l'urine est très fréquente, surtout dans celle des femmes. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'existence de l'amidon dans l'urine est purement accidentelle. La détermination de la nature de ces grains d'amidon n'est pas toujours exempte de difficultés, en raison de l'altération qu'ils subissent au contact de l'urine. Mais, grâce à la réaction de l'iode, on parvient toujours à les caractériser. Nous ne saurions trop appeler l'attention sur ce point.

### § 11. DES PARASITES QUE L'ON PEUT RENCONTRER DANS L'URINE.

A propos des hématozaires, nous avons parlé des parasites et des œufs que l'on peut rencontrer dans l'urine. M. le docteur Méhu (1) a eu la rare bonne fortune d'observer, dans l'urine d'un Français venant du Caire, des œufs de *Bilharzia hæmatobia* (*Distoma hæmatobium*) (Bilharz). Nous donnons la figure de l'ouvrage du docteur Méhu (p. 473). L'urine contenait en même temps des globules blancs et des hématies.

Lionel Beale, dans son livre intitulé : *The microscope in medecine*, rapporte des observations analogues et donne des figures qui ne diffèrent pas essentiellement de celle de M. Méhu, mais qui lui sont inférieures au point de vue de la netteté. Il rapporte que le docteur John Harley, ayant appelé l'attention

(1) *Traité de chimie médicale*, 1878, p. 541.

sur l'existence de l'hématurie endémique, dans certaines parties du cap de Bonne-Espérance et dans Natal, démontra que cette affection était produite par une espèce de Bilharzia. Après l'avoir comparée avec beaucoup de soin aux figures que Griesinger donne du *Bilharzia hæmatobia*, cet observateur crut devoir la rapporter à une autre espèce, à laquelle il donna le nom de *B. Capensis*. Toutefois, d'un examen ultérieur il résulta que cette espèce était identique avec le *Bilharzia hæmatobia*.

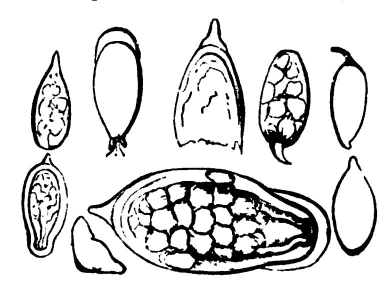


Fig. 297. — Œufs du *Bilharzia hæmatobia* provenant de l'urine.

Le docteur Harley a trouvé, dans l'urine de trois patients, des œufs et des embryons ciliés de ce parasite, et aussi une portion de ses intestins; il y avait également une partie de ses téguments ciliés.

Ce parasite est un ver trématode non hermaphrodite. Il a deux suçoirs et, dans le corps du mâle est un canal particulier, « canal gynécophorique », qui reçoit la femelle pendant la copulation. On trouve principalement le parasite dans les veines vésicales mésentériques et dans les veines portes; sa présence dans les petites branches donne lieu à des lésions de la membrane muqueuse des intestins, de la vessie, des uretères et des bassinets des reins. Les principaux symptômes sont de la diarrhée, de l'hématurie, accompagnées d'une grande anémie et de la prostration des forces. Au bout d'un certain temps, les œufs et les embryons des parasites se trouvent dans l'urine. Le docteur John Harley pense que les œufs deviennent souvent, après la disparition totale de l'hématurie, le noyau de calculs rénaux.

Outre le *Bilharzia hæmotobia*, M. Jules Crevaux a trouvé un nouveau parasite dans les urines de l'hématurie chyleuse des pays chauds, qu'il décrit en ces termes (*Journal de l'anatomie et de la physiologie*, 1875) :

« Cet animal, long de $0^{mm},26$, est mince comme un fil; une extrémité obtuse paraît correspondre à la tête, qui porte près de sa terminaison un petit point ressemblant plutôt à un amas de granulations qu'à un orifice; agilité remarquable, vitalité très grande. Depuis l'époque où

nous avons découvert ce parasite, dit M. Crevaux, nous avons, pendant une période de quatre années, examiné les urines du même malade, et chaque fois nous avons retrouvé le même helminthe. » MM. Balbiani et Davaine, consultés sur l'origine de ces parasites, les ont considérés comme des embryons d'un nématoïde, ayant quelques traits de ressemblance avec les embryons du Strongle géant.

D'après L. Beale, des échinocoques provenant des kystes hydatiques des reins ont traversé le kyste et ont pu passer dans l'urine. Leurs crochets sont caractéristiques et on en a trouvé dans les dépôts urinaires. L. Beale mentionne un cas, d'après Simon, dans lequel de petits kystes ont été rejetés en entier.

Le docteur A. Farre a décrit, sous le nom de *Diplosoma crenata*, un helminthe dont il a également étudié les œufs. Il s'agissait d'une femme de vingt-quatre ans qui, dans l'espace de deux ou trois mois, rendit de 800 à 1000 vers. Un examen attentif montra que ces vers n'appartenaient pas à la même espèce : les uns, d'une longueur de $0^m,10$ à $0^m,15$, furent éliminés en grande quantité ; les autres étaient plus petits et avaient une longueur variant entre $0^m,01$ et $0^m,02$ et demi. Ces derniers furent rejetés en une seule fois et vécurent dans l'urine pendant trois jours; leurs mouvements étaient très actifs. On a reconnu qu'ils appartenaient au genre Spiroptère, et Rudolphi leur a donné le nom de *Spiroptera hominis*. Les helminthes de la plus grande espèce ont été reconnus être des *Diplosoma crenata* (L. Beale, p. 432).

Un autre parasite, le *Dactylius aculeatus*, a été trouvé dans l'urine d'une petite fille de cinq ans par Drake (voy. L. Beale, *loc. cit.*). La femelle a environ $0^m,024$ de long et le mâle $0^m,012$ seulement. Ces vers étaient doués de mouvements très actifs et pouvaient vivre dans l'urine deux ou trois jours: leur tégument était garni d'épines réunies en faisceaux.

Le *Strongle géant*, assez commun dans le rein de certains animaux et en particulier dans celui du chien, aurait été observé dans le rein de l'homme, d'après L. Beale. Le fait a été révoqué en doute par Küchenmeister.

ART. II.

## Sédiments de l'urine formés par des éléments non organisés et affectant la forme cristalline.

### § 12. URÉE.

En raison de sa grande solubilité, l'urée ne peut être considérée comme devant être placée au nombre des sédiments urinaires. Toutefois, comme ce corps est très important à connaître et que, de plus, il se combine à certains acides pour donner des



Fig. 298. — Nitrate d'urée.

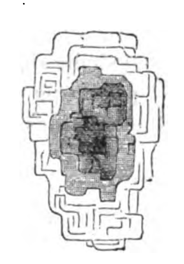


Fig. 299. — Nitrate d'urée.

produits cristallisés, nous avons tenu à donner différentes figures qui pourront être utiles à nos lecteurs.

L'azotate d'urée (fig. 298, 299) s'obtient avec la plus grande facilité. Si l'on opère sur de l'urine humaine, il suffit d'en évaporer une partie afin de la concentrer et d'y ajouter son volume d'acide nitrique; après quelques instants, il se fait un dépôt de plaques brillantes d'urée. L'évaporation préalable n'est pas nécessaire avec l'urine de chien, qui ordinairement est très riche en urée. On a également employé l'acide oxalique pour isoler l'urée à l'état d'oxalate d'urée. La figure 297 donne la forme de l'oxalate d'urée.

L'urée peut être obtenue de son nitrate, par un traitement chimique fort simple, que nous n'avons pas à indiquer ici.

Après évaporation du liquide qui tenait l'urée en solution, on obtient des cristaux figurés ci-dessus. Les cristaux d'urée appar-

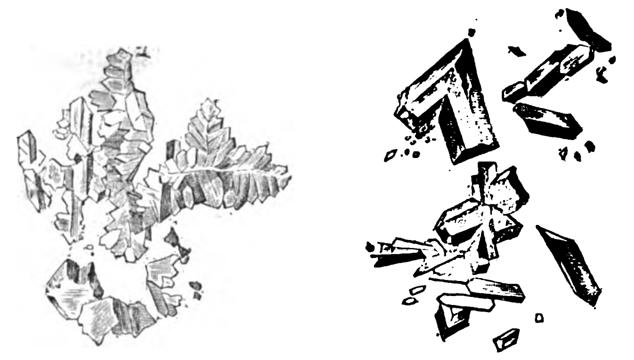


Fig. 300. — Nitrate d'urée. Fig. 301. — Oxalate d'urée.

tiennent au système du prisme droit à base carrée ; ce sont des prismes à quatre pans, terminés à leur extrémité par une ou deux facettes obliques (Méhu).

On peut provoquer la formation des composés cristallisés de l'urée



Fig. 302. — Urée.

sur le porte-objet en opérant de la façon suivante : on place, sur la goutte dans laquelle on veut rechercher l'urée, l'extrémité d'un petit morceau de fil retors, puis on couvre la goutte et la moitié du fil avec une plaque de verre. Ceci fait, l'extrémité libre du fil est mise en contact avec de l'acide azotique pur. Les deux liquides se mêlent peu à peu,

et la production des cristaux s'effectue avec une grande régularité, sous la lamelle de verre et à l'extrémité du fil. Si l'on observe les cristaux pendant leur formation, on trouvera d'abord, à côté de plusieurs formes compliquées, des tables rhomboïdales ou des prismes courts, dont les angles aigus ont 82°. Par suite du remplacement des angles obtus par des faces, les formes sont changées en tables hexagonales ou en prismes à six pans. Cependant, ce développement régulier n'a lieu que lorsque les cristaux se forment lentement, tandis que si leur formation est plus rapide, il se dépose promptement une grande quantité de tables hexagonales imbriquées les unes sur les autres. Fréquemment aussi, au premier contact des deux liquides, il se forme des octaèdres rhomboédriques obtus, qui durent très peu et dont les angles aigus mesurent 82°, mais auxquels s'ajoutent rapidement de nouvelles particules salines, de telle sorte que l'octaèdre primitif prend la forme des tables rhomboïdales ou hexagonales nommées plus haut. Enfin, on observe encore des doubles cristaux très caractéristiques, qui par suite d'un arrangement particulier difficile à décrire, donnent lieu à des formes cristallines tout à fait semblables a celles du gypse (Neubauer et Vogel).

On provoque la formation d'oxalate d'urée d'une façon analogue. L'oxalate d'urée se précipite sous la forme de lamelles minces ou allongées, ou sous forme de prismes. Si on laisse la formation des cristaux s'effectuer sous le microscope, ils se présentent ordinairement avec l'apparence d'azotate d'urée, c'est-à-dire en tables hexagonales, mais quelquefois aussi en prismes à quatre faces (Neubauer et Vogel).

## § 13. ACIDE URIQUE. — URATES.

L'acide urique est un produit normal d'excrétion; tantôt il est libre, tantôt il est combiné soit à l'ammoniaque, soit à d'autres alcalis. On connaît mal encore les conditions qui font varier la quantité d'acide urique rendue chaque jour; la moyenne oscille entre 0,50 et 0,60 centig. On voit donc que, pour une quantité d'urine déterminée, la proportion d'acide urique est très variable et qu'il est absolument nécessaire de doser l'acide urique sur la quantité d'urine émise en vingt-quatre heures.

Il n'est pas rare de voir des personnes présentant l'apparence d'une bonne santé, émettre chaque jour une quantité très appréciable de cristaux d'acide urique pur; cependant, ces personnes sont fréquemment sous l'imminence de certains accidents, sur lesquels nous n'avons pas à insister ici. Les rhumatisants, les goutteux, les fiévreux, quelle que soit l'ori-

gine de la fièvre, rendent un excès d'acide urique : toutefois, comme la proportion d'urine émise peut être diminuée, il ne faut pas exagérer l'importance de ce symptôme.

La forme des cristaux d'acide urique est très variable; néanmoins, il y a un certain nombre de formes cristallines fondamentales, types auxquels se ramènent aisément les formes rares. Disons tout de suite que l'on peut toujours obtenir l'une des formes connues, en dissolvant les cristaux dans une solution alcaline de soude ou de potasse et en les précipitant de cette solution par l'acide acétique. Dans les cas douteux, il faudra recourir à une réaction chimique, et, en particulier à l'action successive de l'acide azotique et de l'ammoniaque, donnant la murexide de Liebig, ou le purpurate d'ammoniaque de Prout.

Le volume des cristaux d'acide urique est très variable; tantôt ces cristaux sont si volumineux, que l'on peut déterminer leur forme à l'aide d'une simple loupe; tantôt, au contraire, ils sont d'un volume si petit, qu'on a besoin d'un grossissement assez fort pour les caractériser. Généralement ces cristaux sont colorés; ils sont ambrés et ont des reflets dorés; tantôt, vus en masse, ils sont rougeâtres ou rouge-orangé.

Lorsqu'une urine contient à la fois des urates et de l'acide urique, on conseille d'en chauffer une certaine quantité dans un verre de montre; les urates se redissolvent et l'acide urique se dépose.

Si, dans la plupart des cas, l'acide urique ne se dépose que par refroidissement de l'urine, il est cependant des circonstances en vertu desquelles l'acide urique se dépose dans la vessie. C'est ainsi que l'agitation de l'urine pendant un voyage faciliterait, dit M. Méhu, le dépôt de l'acide urique dans la vessie.

Les formes cristallines de l'acide urique si variables, comme nous l'avons dit, peuvent être rapportées à des modifications de prisme rhombique.

On peut obtenir artificiellement des variétés cristallines par l'addition d'acide chlorhydrique à une solution d'urates alcalins; les cristaux qu'on obtient alors se présentent soit sous la forme de rhomboïdes parfaits, soit sous la forme de tables

carrées, généralement excavées sur leurs côtés et prenant imparfaitement l'apparence de sabliers ou d'haltères.

Lorsque l'on veut examiner des cristaux d'acide urique, on peut sans inconvénient les laver dans de l'eau, ou ajouter ce liquide à la préparation microscopique.

Souvent, les cristaux sont si volumineux, qu'il faut employer un très faible grossissement pour les voir dans leur ensemble.

Nous donnons un certain nombre de formes cristallines d'acide urique.

La figure 303 représente les cristaux rhomboïdes ordinaires de l'acide urique ; quelquefois ces cristaux sont si minces qu'ils ressemblent à des lames losangiques peu colorées. Golding Bird signale un fait très fréquent : il arrive que ces cristaux présen-

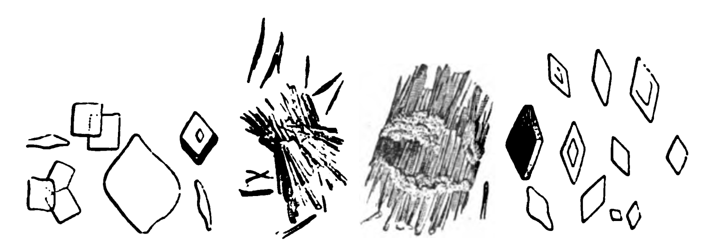


Fig. 303. — Acide urique. Fig. 304. — Acide urique. Fig. 305. — Acide urique

tent à leur intérieur des lignes géométriques qui sembleraient indiquer qu'il y a un cristal plus petit emprisonné dans le cristal principal.

Parfois les angles des cristaux sont aigus, parfois, au contraire, ils sont obtus ou arrondis, le cristal devient alors elliptique. On rencontre fréquemment ce spécimen, dit Golding Bird, dans le dépôt jaune de l'urine des jeunes enfants, tandis qu'au contraire on ne le trouverait pas dans les dépôts d'acide urique obtenu artificiellement.

Les angles des cristaux peuvent se modifier si profondément, que dans certains cas d'affection calculeuse le rhombe peut être remplacé par un carré (Golding Bird). Le dépôt est alors très coloré et les cristaux beaucoup plus épais que dans la première variété. Ces cristaux peuvent présenter également la même particularité que celle observée dans la forme précé-

dente ; on observe dans le cristal des lignes parallèles à celles qui délimitent ses contours.

Parmi les variétés accidentelles d'acide urique, on remarque les suivantes, qui sont susceptibles d'éprouver de nombreuses modifications. Les angles obtus du losange se sont arrondis. et la ligne qui joint cet angle obtus à l'angle aigu qui termine le losange, s'étant excavée plus ou moins, il en résulte des cristaux irréguliers qui ne présentent plus que des lignes courbes (fig. 307).

La forme losangique avec quelques modifications est certainement la plus commune. Pour bien observer ces cristaux, il faut les déplacer, en ajoutant du liquide à la préparation, de façon à les voir sous toutes leurs faces. Leur épaisseur varie, mais généralement elle est assez considérable. Cette variété,

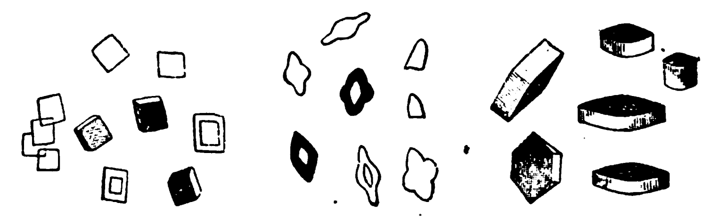


Fig. 306. — Acide urique. Fig. 307. — Acide urique. Fig. 308. — Acide urique.

dit Golding Bird, se rencontre fréquemment avec des urates et des cristaux d'oxalate de chaux (fig. 308).

Une forme rare de cristaux d'acide urique, figurée dans l'Atlas de Robin et Verdeil et dans Golding Bird, est la suivante : les cristaux se présentent sous la forme de tables, généralement plus longues que larges et dont les arêtes sont nettement limitées. Les extrémités, au contraire, sont finement dentées, et la surface des cristaux offre des stries parallèles quelquefois continues, d'autres fois interrompues. Il semblerait que ces stries soient formées par des aiguilles très fines et très rapprochées. Robin et Verdeil, Golding Bird, ont figuré et décrit sur la surface de ces cristaux deux lignes sombres, peu distantes l'une de l'autre et affectant la forme de deux croissants (fig. 309).

Différentes théories ont été données sur le mode de forma-

tion de ces cristaux. D'une façon générale, il paraît démontré que la plus ou moins grande rapidité avec laquelle se forment les cristaux a une grande influence sur la variété de forme cristalline qu'ils affectent; lorsque l'on traite à chaud une solution d'urates par de l'acide acétique, suivant que la solu-

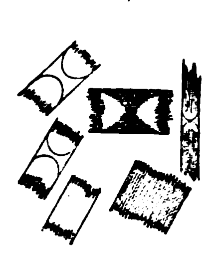


Fig. 309. — Acide urique.

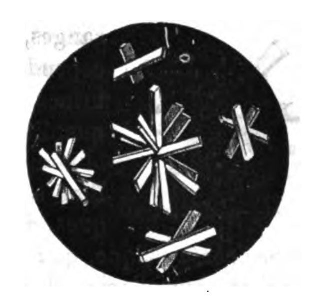


Fig. 310. — Acide urique.

tion se refroidit plus ou moins vite, on a des cristaux de forme différente.

Les cristaux d'acide urique ne sont pas toujours isolés; au contraire, ils sont très fréquemment soudés entre eux et forment ainsi des agglomérations de formes très variées. Golding



Fig. 311. — Acide urique.



Fig. 312. — Acide urique.

Bird a observé deux variétés de cristaux, l'une formée de prismes rhomboïdaux soudés entre eux (fig. 310), et l'autre formée par des losanges en masses épineuses (fig. 311). Cet auteur a remarqué que ce dernier mode de cristallisation se produisait surtout quand il y avait une tendance à la formation de calculs

d'acide urique. Il arrive fréquemment, ainsi qu'on en voit un exemple sur la figure 312, que ces cristaux se groupent le long d'un fil ou d'un cheveu. On a assez rarement l'occasion d'observer cette dernière forme de cristaux.

Bien que Golding Bird considère la forme suivante (fig. 313), constituée par l'agglomération en masses volumineuses de losanges, comme assez rare, on l'observe cependant assez fréquemment dans les urines qui laissent déposer une grande quantité de cristaux d'acide urique. Sous le nom de *concrétions pisiformes*, Golding Bird a décrit de petites masses sphériques, de grosseur variable et constituées par de l'acide urique, que l'on trouve souvent en masse considérable, dans l'urine des goutteux. Au premier abord, ces petits calculs n'ont pas l'apparence cristalline; mais si on les traite par de l'acide nitrique faible, leur structure cristalline devient évidente et présente l'apparence de nombreux rhomboïdes déliés, partant d'un centre commun.




Fig. 313. — Acide urique.

§ 14. FORMES RARES D'ACIDE URIQUE.

Il nous suffira d'appeler l'attention sur les figures suivantes pour montrer combien sont singulières les formes que peut affecter l'acide urique (fig. 314) : *a*, cristal en haltères; *b*, cristal fusiforme; *c*, cette dernière forme est si particulière, qu'elle ne peut guère servir de terme à une comparaison.

Comme nous l'avons dit plus haut, il arrive fréquemment que les cristaux d'acide urique sont mélangés à des urates et à des cristaux d'oxalate de chaux. La figure 311 montre de l'acide urique cristallin ayant pris la forme de faux haltères (Golding Bird).

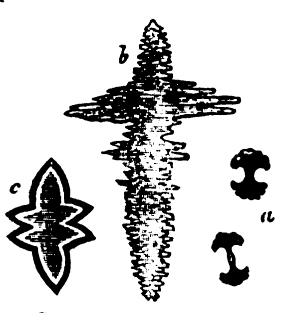



Fig. 314. — Acide urique.

M. Méhu a figuré dans son *Traité de chimie médicale*

différentes formes d'acide urique qu'il a observées. La figure 316 donne la forme des cristaux d'acide urique que l'on trouve dans les urines chargées de pigment biliaire, ou *pigment rouge hépatique*. Ce sont ces urines que l'on a appelées

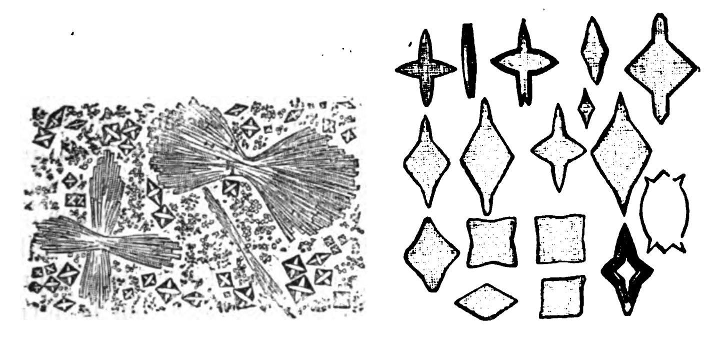


**Fig. 315. — Acide urique uni à l'urate de soude et à l'oxalate de chaux.** **Fig. 316. — Acide urique (Méhu).**

à tort *hémaphéiques*. Le nom qui leur a été imposé par M. Méhu doit, suivant nous, être adopté. C'est également dans ces urines, riches en pigment rouge hépatique, que ce

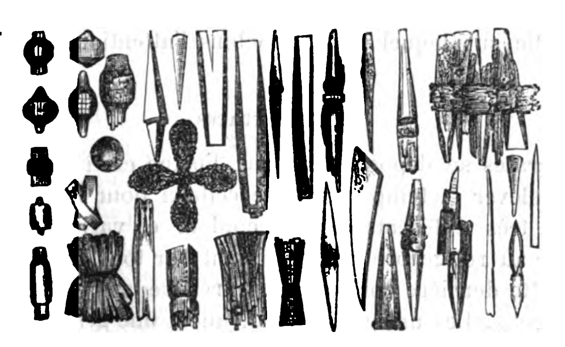


**Fig. 317. — Acide urique dans les urines très colorées (Méhu).**

même observateur a observé les formes bizarres figurées par lui ci-dessus. M. Méhu compare ces cristaux à des lames d'épées, de poignards, de baïonnettes, à des pierres à aiguiser, à des gerbes, à des rosaces, etc., et il insiste avec raison sur

la coloration plus ou moins jaune orangée, qui ne leur fait jamais défaut.

Nous avons vu plus haut que Golding Bird avait cru voir une certaine coïncidence entre l'apparition dans l'urine de cristaux losangiques d'acide urique groupés en masses épineuses (fig. 311), et la formation de calculs d'acide urique. M. Méhu a fait des observations analogues, seulement la forme cristalline qu'il décrit est tout à fait particulière et diffère essentiellement de celle donnée par Golding Bird. Quoi qu'il en soit, ces deux observations sont d'une grande importance, il est à souhaiter que de nouvelles recherches confirment celles qui ont déjà été faites. Les cristaux reproduits par M. Méhu (fig. 318) ont la forme de clous, de stalactites, d'épines, etc. Cet auteur a rencontré ces cristaux dans des urines contenant des globules rouges, des globules blancs et une minime quantité d'albumine. Pour M. Méhu, cette forme si spéciale de cristaux serait l'indice de la présence, dans le rein, d'un calcul ou d'un gravier d'acide urique. Il y aurait là un élément important de diagnostic sur lequel nous appelons l'attention.



Fig. 318. — Acide urique (Méhu).

§ 15. DES URATES.

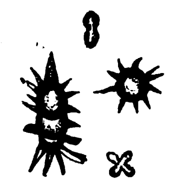
Les urates se déposent lorsque l'urine est refroidie, et il suffit d'élever la température de celle-ci pour les dissoudre. Ils sont très différents comme couleur et varient du blanc jaunâtre au rouge brique, en passant par tous les degrés du rose. Cette dernière coloration est très fréquente dans l'urine des fiévreux. Les urines qui contiennent une grande quantité d'urates prennent parfois un aspect trouble dans toute leur masse, et le dépôt qu'elles abandonnent pourrait être pris, à un simple examen, pour un dépôt purulent. Lorsque l'on place une goutte d'une telle urine sur le champ du microscope, on voit qu'elle est formée d'une foule de granulations très fines, soit isolées, soit en groupes irréguliers. Il arrive

très fréquemment que ces granulations d'urates sont mélangées à un grand nombre de cristaux d'acide urique, de volumes variables, de formes différentes, groupés ou isolés. Nous avons fréquemment observé des urines dans lesquelles l'abondance d'un tel dépôt était véritablement remarquable.

Lorsque le dépôt se compose uniquement d'urates, il suffit de faire pénétrer dans la préparation quelques gouttes d'acide acétique et d'attendre un certain temps. On voit apparaître des cristaux d'acide urique ayant la forme classique.

## § 16. URATE ACIDE D'AMMONIAQUE.

L'urate d'ammoniaque se présente quelquefois en fines aiguilles, groupées en étoiles. Toutefois cette forme est rare, et des observateurs sérieux ne l'ont jamais rencontrée. Le docteur Bence Jones a démontré que la présence d'une matière saline, ou de la matière colorante de l'urine, modifiait la cristallisation en aiguilles de l'urate d'ammoniaque, et le transformait en globules extrêmement petits.


Fig. 319. — Urate d'ammoniaque.

Une forme assez fréquente d'urate d'ammoniaque est la suivante (fig. 319): elle se rencontre dans les urines putréfiées. Les masses sphériques hérissées de pointes sont plus souvent observées que les masses en forme de haltères, qui les accompagnent quelquefois.

Il n'est pas rare d'observer, en même temps que l'urate acide d'ammoniaque, des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, du phosphate de chaux amorphe et des globules de pus.

M. Méhu (*loc. cit.*) donne le moyen suivant pour distinguer l'urate d'ammoniaque des urates de soude et de potasse. On traite l'urate par une goutte d'acide chlorhydrique sur une plaque de verre et on laisse la cristallisation s'effectuer lentement. On observe alors des cristaux d'acide urique, des cubes de chlorure de potassium ou de sodium ou des arborisations de chlorhydrate d'ammoniaque.

En préparant artificiellement de l'urate d'ammoniaque, on

obtient des cristaux très réguliers qui rappellent assez fidèlement ceux qui se forment spontanément dans l'urine.

L'urine des oiseaux et celle des reptiles renferment une grande quantité d'urate d'ammoniaque, n'ayant que rarement l'aspect cristallin aiguillé et se présentant plus fréquemment sous la forme de corpuscules arrondis ou ovales.

### § 17. URATE ACIDE DE SOUDE.

Ce sel forme fréquemment un dépôt distinct. Il se présente communément sous la forme de fines granulations arrondies.



Fig. 320. — Urate de soude (forme rare).

Golding Bird l'a rencontré sous forme de masses arrondies, jaunâtres ou blanches, éparses, munies de prolongements saillants, ordinairement courbés.

Cet urate se rencontre dans les articulations des goutteux sous forme de concrétions.

Par la préparation artificielle de l'urate de soude, on l'obtient en aiguilles et en masses cristallines, formées par des aiguilles partant d'un centre commun.

### § 18. URATES DE MAGNÉSIE.

L'urate de magnésie ordinaire se rencontre fréquemment dans les calculs. Il est facilement soluble dans l'eau bouillante, qui le laisse précipiter par le refroidissement. Examiné au microscope, il présente deux variétés de formes : tantôt il constitue des amas amorphes, tantôt au contraire il cristallise en prismes taillés ou non en biseau, et réunis le plus souvent en grand nombre, pour former des amas sphéroïdaux. Ces prismes peuvent être isolés, et dans ce cas ils sont plats, demi-transparents ; ils ont environ $0^{mm},10$ de largeur et une longueur variable. Parfois les sphérules déterminées par l'agglomération régulière des prismes surnagent sur le liquide. Ces sphérules sont d'un blanc nacré, d'une texture soyeuse. Les

cristaux peuvent atteindre 1 millimètre de largeur (Ch. Robin). Le *bi-urate hydraté de magnésie* (Bigelow) est très rare. Il



Fig. 321. — Urate de soude (rare). Fig. 322. — Urate de soude (rare).

cristallise sous la forme de prismes à quatre faces, à angles réguliers. Ils ressemblent beaucoup à des prismes d'acide

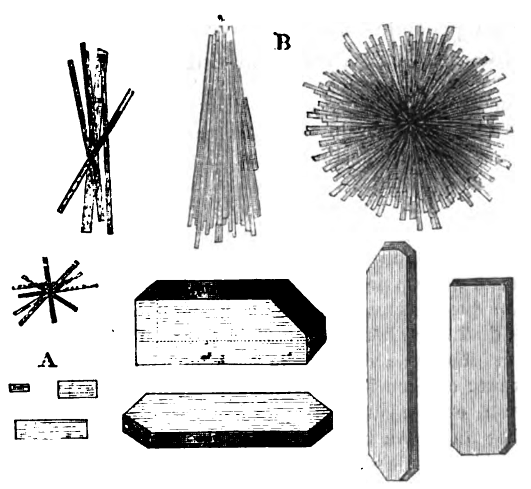



Fig. 323. — Urate de magnésie des calculs urinaires, d'après Ch. Robin. A, prismes isolés. — B, prismes réunis et formant des amas sphéroïdaux.

hippurique, mais les cristaux d'acide hippurique sont très solubles dans l'eau, tandis que les cristaux de cet urate de magnésie y sont insolubles. Le bi-urate hydraté de magnésie résiste à l'action de l'acide acétique (Ch. Robin).

### § 19. RECHERCHE DE L'ACIDE URIQUE DANS LE SANG. — URATE DE SOUDE.

Dans certaines affections, rhumatisme ou goutte, mais surtout dans cette dernière, il arrive fréquemment qu'il se forme

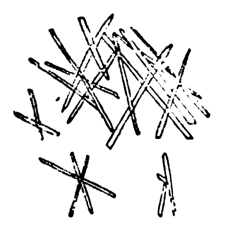


Fig. 324. — Urate de soude dans le sang des goutteux.

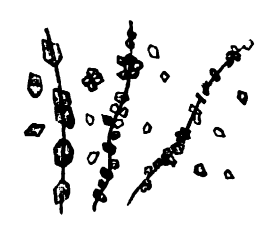


Fig. 325. — Cristaux d'acide urique obtenus par le procédé du fil (d'après Garrod).

un excès d'urate de soude ou d'acide urique libre, même dans le sang. Il y alors pour le clinicien un grand intérêt à constater ce fait. Deux procédés sont employés pour cette recherche, ils sont dus tous les deux au docteur Garrod.

On peut mettre en évidence l'urate de soude, par le procédé suivant : on évapore au bain-marie du sérum de sang, que l'on débarrasse de la matière grasse par la digestion dans l'alcool. Le résidu insoluble est épuisé par l'eau bouillante ; la solution aqueuse, concentrée par évaporation lente, se couvre d'une pellicule de cristaux d'urate de soude.

Généralement on se contente d'isoler l'acide urique. Le sérum du sang est évaporé à siccité, au bain-marie, puis pulvérisé et épuisé par digestion avec l'eau à 100°, pendant une heure. On ajoute ensuite à la solution aqueuse quelques gouttes d'acide acétique, et quelques fibrilles de chanvre ou de lin. Au bout d'un certain temps, l'acide urique cristallise le long de ces fils. On a simplifié le mode opératoire primitif de Garrod par le suivant : on recueille dans une capsule de verre 5 grammes environ de sérum, on y ajoute quelques gouttes d'acide acétique et on y laisse tomber un fil. Au bout de trente-six à quarante-huit heures, des cristaux d'acide urique se sont déposés le long du fil. Le sérum doit être frais, sans cela il pourrait donner, par fermentation, de l'acide oxalique, de l'urée et de l'allantoïne. Si l'évaporation est poussée trop loin, on pourrait obtenir des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

### § 20. ACIDE HIPPURIQUE.

Normalement, l'acide hippurique n'existe qu'en petite quan-

tité dans l'urine humaine, tandis qu'au contraire il est très abondant dans l'urine des herbivores. M. Méhu estime que la quantité d'acide hippurique, rendue dans les vingt-quatre heures, ne dépasse pas 3 à 4 décigrammes. Sous l'influence d'une alimentation spéciale, ou de l'introduction dans l'économie d'acide benzoïque, l'acide hippurique apparaît dans l'urine en proportion plus considérable. D'après Heller, une alimentation composée de pain de froment ou de seigle, ou mieux encore de pain de seigle seul, fait apparaître dans l'urine une quantité notable d'acide hippurique, et l'acide urique disparaît presque complètement; si l'on fait intervenir la viande dans l'alimentation, la relation est renversée, l'acide hippurique disparaît, tandis que la proportion normale d'acide urique reparaît. Suivant Lawson, l'urine des habitants de la Jamaïque serait riche en acide hippurique. Sous l'influence des pommes vertes, des prunes, des baies de myrtille, on constate la présence de l'acide hippurique dans l'urine. Certains médicaments, tels que l'acide benzoïque, l'acide cinnamique, l'essence d'amandes amères, provoquent également la formation de l'acide hippurique. D'après M. Bouchardat, sous l'influence du régime lacté, la proportion de l'acide hippurique s'élèverait à la dose de 2 gr. 23 par kilogramme d'urine (Méhu).

L'acide hippurique, lorsqu'il n'a pas été purifié, est souillé par des matières colorantes, dont on ne peut aisément le débarrasser; il apparaît alors sous la forme de cristaux aiguillés longs et déliés, à quatre pans, prismes rhombiques, exigeant au moins 600 fois leur poids d'eau froide pour se dissoudre (Golding Bird).

Lorsqu'on a obtenu l'acide hippurique, par l'addition d'acide chlorhydrique à l'urine de cheval, il se présente fréquemment sous la forme de figures linéaires, délicates, se ramifiant dans le liquide comme des algues, ou en faisceaux de baguettes surmontées de feuilles (Golding Bird). On a également comparé cette cristallisation à un éventail ou à une queue de pigeon.

Quelquefois, l'acide hippurique et l'acide urique figurent en même temps dans les sédiments urinaires et l'on a alors de gros cristaux d'acide urique hérissés de cristaux d'acide hip-

purique. Dans ce cas, on opère la séparation par l'alcool bouillant, qui ne dissout que l'acide hippurique.

Dans l'urine de cheval, l'acide hippurique se trouve à l'état de combinaison avec la chaux.

Si l'on était tenté de confondre des cristaux d'acide hippurique, soit avec du phosphate ammoniaco-magnésien, soit avec de l'acide urique, la distinction serait facilement faite à l'aide des réactifs chimiques. Les cristaux d'acide urique ne disparaissent pas par l'addition d'un acide, comme les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien, et de plus, ces derniers ne

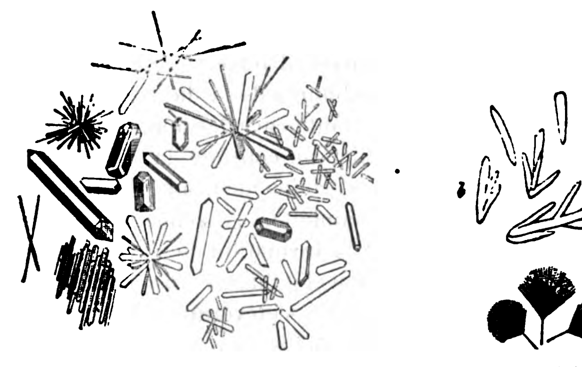



Fig. 326. — Acide hippurique. Fig. 327. — Acide hippurique.

donnent pas la réaction de la murexide, comme l'acide urique en présence de l'acide azotique et de l'ammoniaque.

### § 21. CHLORURE DE SODIUM.

Le sel marin se rencontre dans tous les liquides de l'économie, et à ce titre il ne devrait pas figurer au nombre des sédiments de l'urine, d'autant plus que, s'il est renfermé dans ce liquide, en quantité très notable, en raison de sa solubilité, on ne l'y rencontre pas à l'état cristallin. Mais, comme ce composé salin apparaît chaque fois que l'on évapore une urine au point de vue d'une recherche quelconque, il nous a paru utile de donner ici ses caractères généraux, qui pourront servir dans toutes les circonstances.

Le chlorure de sodium affecte des formes différentes, suivant qu'il cristallise ou non, en présence des matières organiques. Lorsqu'on fait évaporer quelques gouttes d'urine sur un verre plat, le chlorure de sodium cristallise sous la forme de croix ou de glaives différemment modifiés (fig. 328). Souvent il est mélangé avec des cristaux de phosphate de soude dont la forme est différente (fig. 329). Les cristaux marqués *a* sont du chlorure de sodium : ceux de phosphate de soude ont été obtenus par le traitement des cendres provenant de la calcination de l'urine.

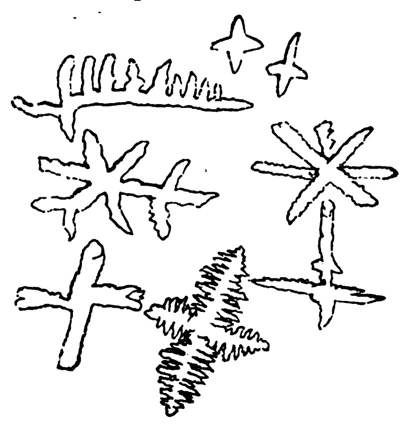


Fig. 328. — Chlorure de sodium.

Le sel marin cristallise ordinairement en cubes, mais en présence de l'urée, des acides biliaires, il cristallise en octaèdres ainsi qu'en tétraèdres. Parfois, la forme cristalline du chlorure de sodium pourrait le faire confondre avec la cystine, mais sa solubilité dans l'eau l'en fera différencier facilement (voir fig. 336). Quand l'urine est évaporée rapidement, on a alors des cristaux en forme de glaives déjà décrits. Ce dernier mode de cristallisation se rencontrerait surtout fréquemment, d'après Golding Bird, lorsque le chlorure de sodium cristallise en présence de l'urée.

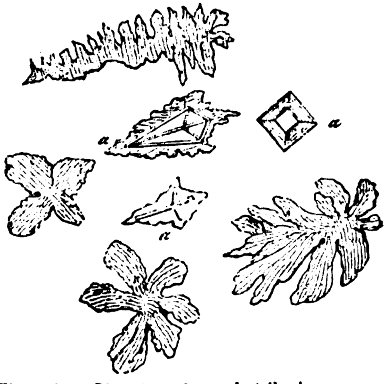



Fig. 329. — Phosphate de soude tribasique ressemblant à du chlorhydrate d'ammoniaque.

Quelquefois on pourrait être tenté de confondre le chlo-

rure de sodium avec l'oxalate de chaux; mais la solubilité du chlorure de sodium établit entre les deux composés cristallins une différence bien tranchée; outre les formes cristallines que

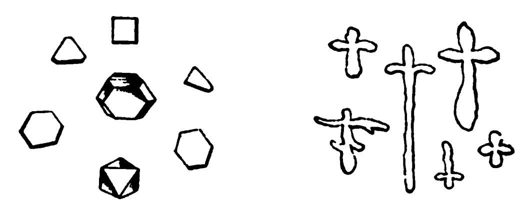


Fig. 330. — Chlorure de sodium.

Fig. 331. — Chlorure de sodium.

nous venons d'examiner, on observe encore, quand on traite par l'eau des cendres provenant soit du sang, soit de l'urine, soit du liquide de l'ascite, etc., que les cristaux de chlorure de sodium se groupent en *trémie* ou en escalier.

### § 22. DES PHOSPHATES.

Les phosphates jouent un rôle prépondérant dans l'organisme; on sait qu'ils forment la trame solide du squelette; on les rencontre non seulement dans les os, mais encore dans les dents, et dans des calculs d'origine diverse. Les cendres des différents liquides normaux, ou pathologiques, de l'économie, en renferment également dans des proportions considérables. L'urine normale contient à la fois des phosphates alcalins solubles dans l'eau, et des phosphates insolubles dans ce liquide, tels que le phosphate de chaux et le phosphate de magnésie, rendus solubles, grâce à la réaction acide de cette sécrétion. Aussi, lorsque l'urine, par une cause quelconque, devient alcaline, soit à l'air libre, soit dans la vessie, ces phosphates se déposent, sous la forme de phosphate de chaux, ou de phosphate ammoniaco-magnésien. Chaque fois que l'urine, en vertu d'un état pathologique, séjourne dans la vessie et que cet organe n'est pas à l'état normal, il se fait sur place un dépôt de phosphate terreux.

La proportion des phosphates contenus dans l'urine varie

avec l'alimentation. Lorsque certains végétaux riches en phosphates, tels que les pois, le maïs, les haricots, le froment, dominent dans l'alimentation, il y a dans les cendres de l'urine une forte proportion de phosphates.



Fig. 332. — Phosphate ammoniaco-magnésien.

D'après certains auteurs, les phosphates solubles l'emporteraient en quantité sur les phosphates insolubles : les premiers provenant directement de l'alimentation et des phénomènes d'oxydation qui se passent dans les tissus ; les seconds tirés du lait et de certains végétaux qui contiennent des phosphates de chaux et de magnésie. Toutefois, il est important de noter que la viande, la farine, le froment, les graines de légumineuses, contiennent des phosphates alcalins basiques.

Lorsqu'on introduit dans l'économie, sous forme de médicament, une certaine quantité de phosphates, on en retrouve une proportion variable dans l'urine ; une grande partie s'élimine également par l'intestin. C'est ainsi que, dit Golding Bird, si l'on abandonne au repos des matières fécales liquides provenant d'une personne faisant usage de farineux (diarrhée chronique traitée par les farineux), on trouve au fond du vase de gros cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

Les phosphates se trouvent parfois à la surface de l'urine, (voy. *Kyestéine*) ; tantôt, au contraire, ils se déposent au fond du vase qui la renferme. Lorsqu'il n'y a qu'une très petite quantité de phosphates, les cristaux peuvent rester suspendus au milieu du liquide. Quand ils sont à la surface de l'urine, les cristaux prennent des reflets variés ; parfois ils peuvent donner à l'urine l'apparence purulente, surtout quand celle-ci est à la fois très alcaline et de consistance épaisse. L'examen microscopique tranche facilement la question. Les phosphates sont accompagnés quelquefois par les urates ; ceux-ci sont peu colorés. D'une façon générale, les urines riches en phosphates

sont peu colorées, il en est de même des dépôts concomitants.

En se groupant autour des cristaux d'urates ou d'oxalates, les phosphates peuvent constituer des calculs dits calculs phosphatiques.

Les phosphates sont abondants dans l'urine de malades atteints d'une affection médullaire ou d'une lésion cérébrale.

### § 23. PHOSPHATE NEUTRE DE SOUDE ($2NaO,Ho,PhO^5+24Aq$).

Très commun dans les liquides de l'organisme, existe dans l'urine normale en solution ; soluble dans l'eau ; s'obtient par

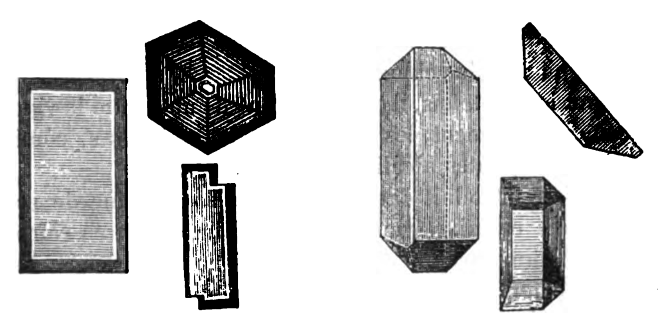


Fig. 333. — Phosphate neutre de soude. Fig. 333 *bis*. — Phosphate acide de soude.

l'évaporation de l'urine, souvent à l'état de mélange avec d'autres phosphates alcalins.

### § 24. PHOSPHATE ACIDE DE SOUDE.

C'est à ce sel que l'urine doit, suivant un grand nombre d'auteurs, sa réaction acide.

### § 25. PHOSPHATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN $2MgO,AzH^3HO,PhO^5+12Aq$.

On rencontre ordinairement ce sel dans les urines ammoniacales. Il a toujours, ou du moins dans l'immense majorité des cas, des formes cristallines parfaitement définies ; il se pré-

sente sous la forme de prismes volumineux, dérivant d'un prisme droit à base rhomboïdale ; ces cristaux sont insolubles dans l'eau, surtout dans de l'eau ammoniacale ; ils sont très solubles même dans les acides faibles. On compare généralement ces cristaux à des catafalques. Le plus ordinairement ils sont transparents ; cependant, dans certains cas, ils sont opaques comme de l'émail et ne peuvent être vus que par la lumière directe. Lorsqu'ils sont conservés dans le baume, ils polarisent la lumière, montrant de magnifiques séries de teintes, lorsque les axes des tourmalines ou du spath calcaire sont croisés dans le microscope polarisant (Golding Bird).

Le même auteur a donné la description de petits calculs de

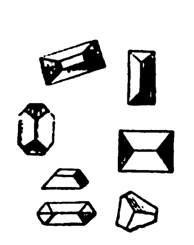


Fig. 334. — Prisme de phosphate ammoniaco-magnésien.



Fig. 335. — Etoiles simples du sel neutre.

phosphate ammoniaco-magnésien présentant des cristaux de forme particulière. Les concrétions très petites sont généralememt composées de prismes aiguillés, groupés régulièrement autour d'un centre commun, de façon à figurer une étoile (fig. 335).

Parfois très simple, l'étoile, grâce au nombre considérable de ses rayons, peut prendre l'apparence sphérique ; Golding Bird a également noté que quelquefois les cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien se groupaient à la façon de l'acide urique, le long des filaments de fibrine, provenant soit du rein, soit de la vessie. La forme étoilée ne s'observe guère que si le dépôt s'est effectué très rapidement.

Ce même auteur dit avoir quelquefois observé une variété rare de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien à la-

quelle il a donné le nom de *penniforme*. Ces cristaux n'auraient été observés que dans l'urine fraîche, c'est-à-dire acide, ce qui est en contradiction avec l'observation quotidienne ; d'autre part, Hassal (*Lancet*, avril 1853) aurait reconnu que ces cristaux ne seraient que du phosphate de chaux et ne se rencontreraient pas dans l'urine fraîche. En présence de ces opinions opposées et de la rareté de cette forme cristalline, il nous paraît sage de n'admettre qu'avec la plus grande réserve la cristallisation *penniforme* du phosphate ammoniaco-magnésien.

D'après Golding Bird, l'urine des femmes enceintes laisserait voir à sa surface (voy. *Kyestéine*) des cristaux étoilés et foliacés de phosphate ammoniaco-magnésien. Ces cristaux sont

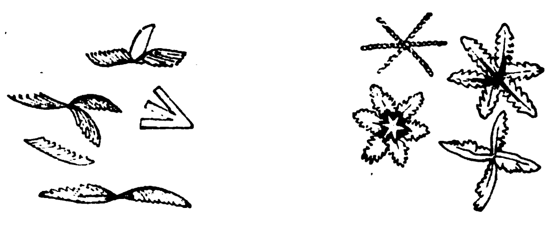


Fig. 336. — Cristaux penniformes de sel neutre.

Fig. 337. — Cristaux étoilés de phosphate ammoniaco-magnésien.

souvent très minces et très fins et échappent facilement à l'examen. Par l'action de la lumière polarisée, ils apparaissent revêtus de brillantes couleurs (fig. 337).

Il est très fréquent de rencontrer le phosphate ammoniaco-magnésien dans l'urine des personnes atteintes d'une affection soit de la vessie (cystite), soit du canal de l'urèthre (hypertrophie de la prostate, ou rétrécissement du canal). Dans ces cas, l'urine est souvent très riche en globules blancs.

Le phosphate ammoniaco-magnésien se rencontre dans l'urine des diabétiques. Seul, ou accompagné d'urates et de carbonates, le phosphate ammoniaco-magnésien se rencontre dans les incrustations de la muqueuse vésicale et des sondes laissées à demeure dans la vessie ; les cristaux prennent des aspects variés, suivant qu'ils sont colorés par du pus ou du sang.

### § 26. PHOSPHATE DE CHAUX.

C'est généralement le phosphate bibasique que l'on rencontre dans les dépôts urinaires; dans la plupart des cas il est amorphe, ou sous forme de granulations arrondies, accolées aux cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien. D'après certains auteurs, le phosphate amorphe serait le phosphate tribasique, et le phosphate cristallisé serait le bibasique. Robin et Verdeil représentent dans leur atlas du phosphate de chaux basique cristallisé, provenant du pus d'un os carié. Robin admet l'existence, dans certain cas, du phosphate acide de chaux dans l'urine. Le phosphate bibasique se rencontre, d'après M. Méhu, dans les urines des personnes qui absorbent une des différentes préparations phosphatées, en usage dans la thérapeutique.

Lorsque le dépôt s'est fait très lentement, les granulations du phosphate de chaux réfractent fortement la lumière, et prennent une teinte brunâtre ou jaune au centre et noire à la périphérie. Leur surface peut être lisse, grenue ou finement hérissée, surtout quand ils se sont produits dans une urine riche en phosphates qu'on a laissée évaporer. Avec eux, et en plus grand nombre parfois, sont des amas en forme de sablier, pouvant atteindre un volume de 1 à 2 centièmes de millimètre. Il est des cas dans lesquels ils sont accompagnés de cristaux en lamelles étroites, allongées, ou en aiguilles isolées ou groupées de diverses manières. Des cristaux analogues, ayant les mêmes réactions, se voient parfois dans les urines acides, avec de l'oxalate de chaux, et semblent, d'après la réaction du liquide, être plutôt du phosphate acide de chaux que du phosphate tribasique (Robin).

Ce savant observateur, faisant réagir différents acides sur les granulations de phosphate de chaux, a vu qu'ils abandonnaient une sorte de gangue organique incolore.

Si l'on était tenté de confondre des grains de carbonate de chaux avec ceux de phosphate, le dégagement de bulles d'acide carbonique, sous l'influence de l'acide, lèverait tous les doutes.

Le carbonate de chaux se rencontre fréquemment dans le sédiment abandonné par l'urine des enfants et dans les urines alcalines. Ce sédiment se rapproche beaucoup par ses caractères optiques du phosphate de chaux.




Fig. 338. — Phosphate bibasique de chaux (Méhu). A, du sperme ; B, de l'urine.

Le phosphate bibasique de chaux cristallise. Nous donnons, d'après l'ouvrage de M. Méhu, quelques-unes des formes cristallines de phosphate bi-calcique provenant soit de l'urine (B), soit du sperme (A). Pour ne pas scinder ce qui a trait au phosphate de chaux, nous dirons tout de suite, d'après M. Méhu, que les cristaux de phosphate de chaux du sperme sont facilement solubles dans l'acide acétique, et qu'ils sont réellement constitués par du phosphate de chaux et non par du phosphate de magnésie.

D'après Neubauer et Vogel, voici quels seraient les caractères du phosphate de chaux cristallisé : « Ces cristaux sont tantôt isolés, tantô agrégés le plus fréquemment, et se présentent sous forme de globules et de rosaces. Quelquefois ils sont minces et en forme d'aiguilles, et alors, en se croisant à angle droit et se plaçant les uns sur les autres, ils forment souvent des amas de cristaux globuleux; parfois ils sont minces et à surface parfaitement unie; leurs extrémités se terminent par des pointes aiguës; très fréquemment aussi, les cristaux sont épais, plus ou moins cunéiformes et adhèrent ensemble par leurs extrémités pointues, de manière à décrire une portion de cercle plus ou moins considérable. L'extrémité libre et large est ordinairement un peu oblique et les cristaux complètement formés se présentent avec six faces. »

## § 27. PHOSPHATE DE MAGNÉSIE.

Accompagne souvent le phosphate de chaux ; généralement amorphe. M. Méhu a observé des calculs constitués unique-

ment par du phosphate de magnésie ; ils provenaient d'un enfant de deux ans. Ce phosphate de magnésie aurait cependant été observé à l'état cristallisé par Birkett et Hassal, chez deux malades auxquels on faisait prendre de l'hyposulfite de soude, contre les *sarcinæ ventriculi*. Ce sont des cristaux longs et déliés, pointus à leurs extrémités, fréquemment divisés en cristaux secondaires et plus ou moins agrégés en faisceaux.

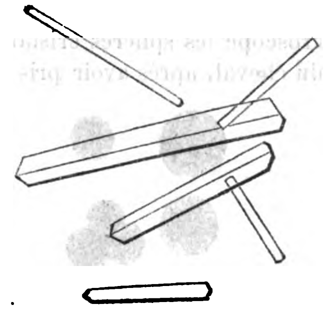


Fig. 339. — Phosphate de magnésie.

Dans un autre cas, ces cristaux se présentaient sous la forme de prismes à six pans, aux extrémités pointues, avec des facettes inégales, parfois tronqués et obliques. Le phosphate acide de magnésie se rencontre à l'état cristallisé dans l'urine du lapin. Robin et Verdeil ont figuré des cristaux de phosphate de magnésie provenant du pus.

## § 28. CARBONATE DE CHAUX.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le carbonate de chaux se rencontre dans les urines alcalines ou très faiblement acides et encore dans l'urine des jeunes enfants. Dans les urines alcalines, le carbonate de chaux se formerait, d'après Golding Bird, par l'action du carbonate d'ammoniaque, provenant de la décomposition de l'urée, sur le phosphate de chaux.

Lorsque l'on veut faire la détermination du carbonate de chaux par l'action d'un acide, il faut avoir soin de laver les granulations à l'aide d'un peu d'eau, car le carbonate d'ammoniaque, qui baigne les granulations examinées, pourrait donner le change, en laissant dégager des bulles d'acide carbonique.

Il est rare de rencontrer le carbonate de chaux à l'état cristallisé ; on l'observe dans les urines à peine alcalines ou même faiblement acides (fig. 340). Ces masses cristallines ont la

forme sphérique et sont constituées par des cristaux partant du centre et allant à la périphérie.

Dans l'urine des herbivores, on trouve toujours du carbonate de chaux (urines jumenteuses). Lorsqu'on examine au microscope les sphères cristallines que l'on trouve dans l'urine du cheval, après avoir pris soin de les laver, on voit que ces

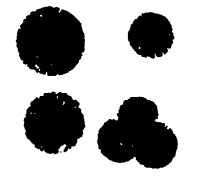


Fig. 340. — Carbonate de chaux.

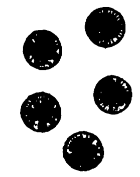


Fig. 341. — Carbonate de chaux.

sphères, qui réfractent vivement la lumière, sont constituées par un grand nombre d'aiguilles partant d'un centre commun. Ces corps ont été comparés par Golding Bird à de véritables petites perles, analogues à celles des huîtres perlières (fig. 341).

Le carbonate de chaux se présente également sous la forme de haltères.

### § 29. DE L'OXALATE DE CHAUX.

L'oxalate de chaux se rencontre à la fois dans les sédiments de l'urine, et dans certains calculs provenant soit des reins, soit de la vessie, dont il forme ou la totalité ou simplement le noyau. Dans les sédiments de l'urine, il est nettement cristallisé ; dans les calculs, il est presque toujours amorphe. On a beaucoup discuté d'abord sur l'existence de ce sédiment, et ensuite sur la valeur du symptôme qu'il constituait. Bien qu'il y ait encore des recherches à faire sur ce point, on peut dire que, le plus fréquemment, c'est avec nos aliments (cresson, tomate, oseille) que l'oxalate de chaux pénètre dans l'économie. Il suffit de manger de l'oseille ou de prendre de la rhubarbe, pour trouver des cristaux d'oxalate de chaux, en grande quantité, dans l'urine. Aussi, chaque fois que l'on trouvera des cristaux d'oxalate de chaux dans une urine, il faudra s'enquérir avec soin des circonstances qui ont

pu faire pénétrer ce corps dans l'économie. Toutefois, on considère comme démontré que, dans certaines formes de dyspepsie, il y a production d'oxalate de chaux; le même symptôme se produit lorsque l'hématose, soit en raison de lésions d'organes, ou d'insuffisance du milieu respirable, se fait d'une façon incomplète. Le trouble (irritabilité fonctionnelle) des fonctions nerveuses ou des facultés mentales, le catarrhe intestinal, prédisposent à la production d'oxalate de chaux.

La maladie spéciale à laquelle on a donné le nom d'*oxalurie* paraît ne pas exister, comme espèce morbide caractérisée.

Le Dr Harley a observé, chez un malade atteint de rétention

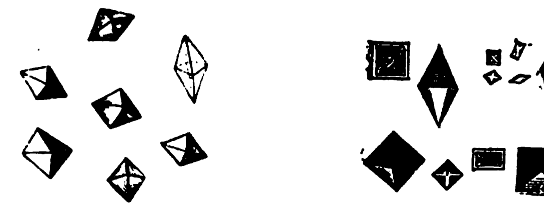


Fig. 342. — Oxalate de chaux. Fig. 343. — Oxalate de chaux.

d'urine, que la peau s'était recouverte d'une croûte de cristaux d'oxalate de chaux.

Il n'est pas rare, lorsqu'on examine le dépôt abandonné par une urine, de n'apercevoir d'autre élément cristallisé que l'oxalate de chaux. Il se présente sous la forme d'octaèdres transparents, parfaitement définis et d'une grande pureté de formes (fig. 342 et 343). Lorsque la lumière est très vive, ces cristaux ressemblent à des cubes traversés par une croix, le point d'intersection des deux bras correspondant à un des sommets de l'octaèdre (Golding Bird) (fig. 344); quelquefois ces cristaux sont si petits qu'ils se groupent les uns contre les autres et qu'on a quelque peine à les distinguer. Il est nécessaire d'employer un fort grossissement.

Golding Bird décrit une forme assez rare de cristaux d'oxalate de chaux; ces cristaux sont constitués par un prisme carré, terminé par une pyramide à quatre pans, à chaque extrémité (fig. 345).

D'une façon générale, on compare la forme la plus commune des cristaux d'oxalate de chaux à celle d'une enveloppe de lettre, vue du côté où elle se ferme.

Pour bien observer les cristaux d'oxalate de chaux, il faut employer un grossissement de 400 à 600 diamètres.

*Caractères différentiels.* — Les cristaux d'oxalate de chaux sont insolubles dans l'eau; les alcalis ne les dissolvent pas non plus; il en est de même de l'acide acétique, qui reste sans action sur eux. Les acides forts, comme l'acide azotique et



Fig. 346. — Oxalate de chaux. Fig. 347. — Oxalate de chaux.

l'acide chlorhydrique, les dissolvent facilement et sans effervescence.

Golding Bird signale la particularité suivante, qui est intéressante. Lorsqu'un sédiment urinaire, contenant de l'oxalate, a été abandonné sur une lamelle et s'est desséché, chaque cristal offre une apparence curieuse. Il présente une partie transparente et une partie obscure; la partie transparente semble être constituée par un cube transparent ayant ses angles et ses côtés opposés aux angles et aux côtés du plus grand cube. Ce dernier est obscur et semble aussi encadrer le plus petit (fig. 348).

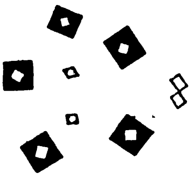
Parmi les sédiments qui accompagnent le plus fréquemment l'oxalate de chaux, nous pouvons signaler l'acide urique et les urates. L'action des réactifs, à défaut de la forme microscopique, servirait à les reconnaître facilement (voir fig. 315).

L'oxalate de chaux accompagne quelquefois le phosphate ammoniaco-magnésien, la cystine, la xanthine, le pus, le sucre, le sang.

D'une façon générale, on trouve plus d'oxalate de chaux dans l'urine du soir que dans celle du matin.

Golding Bird insiste particulièrement sur la fréquence des

cellules épithéliales dans les dépôts où l'oxalate de chaux domine. Quelquefois même, de l'abondance de ces cellules épithéliales, il concluait à la présence de cristaux d'oxalate de chaux.


Fig. 348. — Oxalate de chaux.

Les cristaux d'oxalate de chaux peuvent accompagner les prismes de phosphate ammoniaco-magnésien ; il n'est pas rare non plus, le fait se rencontre même très fréquemment, de voir un dépôt urinaire constitué à la fois par de l'acide urique ou un urate et de l'oxalate de chaux.

D'après M. Robin, lorsque les cristaux d'oxalate de chaux sont assez abondants, comme dans l'épilepsie, la chorée, certaines paraplégies, il n'est pas rare de voir, à côté de cristaux présentant la forme classique, des agglomérations cristallines d'oxalate de chaux, ovoïdes ou sphériques, soit même en forme de sablier. Ces masses sont formées par des aiguilles peu distinctes. Lorsqu'on dissout ces agglomérations cristallines, il reste une légère gangue organique, qui reproduit la forme de l'amas. D'après le même auteur, on peut trouver ces agglomérats en sablier, jusque dans les tubes du rein et dans leurs moules.

### § 30. DE L'INOSITE.

On ne rencontre pas l'inosite dans les sédiments urinaires en raison de sa solubilité. Pour l'isoler, il faut recourir à certaines méthodes, exposées en détail dans les ouvrages spéciaux. On trouve l'inosite dans la chair musculaire du cœur, dans les muscles striés du cheval, du bœuf, dans le liquide des hydatides, dans le foie, les poumons, le cerveau, la rate, les reins.

A l'état normal l'urine n'en contient pas ; dans l'albuminurie, dans l'urémie, on l'y trouve. Dans certaines formes de diabète on la rencontre dans l'urine, où, suivant certains auteurs, elle remplacerait le sucre. Les tumeurs du cerveau en contiennent également ; les muscles des alcooliques en renfermeraient une assez forte proportion.

D'après Gorup-Besanez, l'inosite se présente sous forme de cristaux appartenant au système clinorhombique, généralement groupés en forme de choux-fleurs, mais quelquefois aussi isolés et offrant ainsi une longueur de 6 à 8 millimètres. La forme fondamentale serait un prisme clinorectangulaire. Ces cristaux sont assez solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool concentré, insolubles dans l'alcool absolu et dans l'éther.

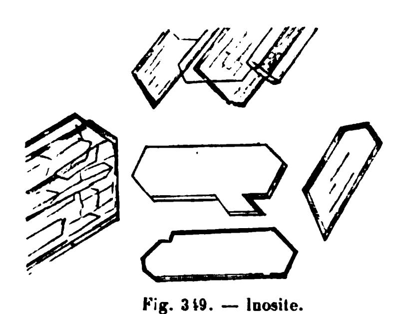


Fig. 349. — Inosite.

Dissoute dans l'alcool bouillant, l'inosite se dépose par le refroidissement de la solution, sous forme de petites lamelles brillantes, semblables à de la cholestérine et à éclat nacré (Gorup-Besanez).

## § 31. CRÉATINE ET CRÉATININE.

Découverte par Chevreul dans le jus de viande, la créatine n'est pas un des éléments constants de l'urine, mais comme la

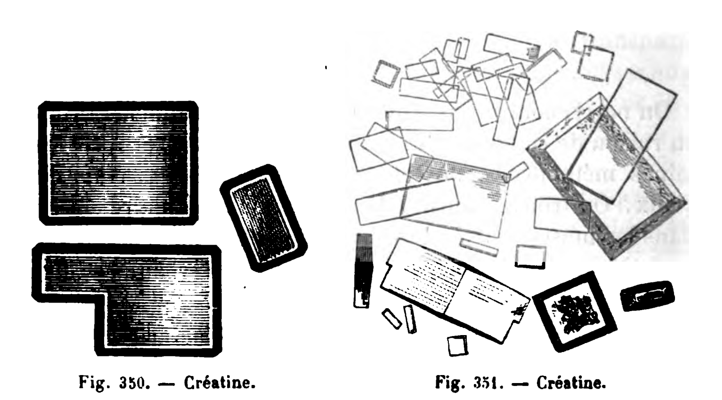


Fig. 350. — Créatine. Fig. 351. — Créatine.

créatinine se transforme facilement en créatine, il en résulte que l'on trouve parfois dans l'urine une plus forte proportion

de créatine que de créatinine (Méhu). La créatine ne figure pas parmi les sédiments urinaires ; Harley prétend cependant que le fait peut se présenter. On en trouve une quantité assez considérable dans les préparations vendues sous le nom d'extrait de viande.

La *créatine* cristallise en prismes incolores qui appartiennent au système clinorhombique (fig. 350 et 351). Ces cristaux sont à la fois très brillants et très volumineux. La créatine est peu soluble dans l'eau (74,4) ; plus soluble dans l'eau bouillante. Insoluble dans l'éther, elle se dissout dans un peu moins de 100 parties d'alcool absolu.

La *créatinine* (fig. 352 et 353) ne diffère de la créatine que



Fig. 352. — Créatinine. Fig. 353. — Créatinine.

par deux équivalents d'eau en moins. Elle cristallise sous forme de prismes incolores volumineux, et est plus soluble dans l'eau que la créatine (11,5).

La créatinine jouit des propriétés des alcalis, elle donne des combinaisons cristallines avec les acides (sulfate et chlorhydrate).

Il y a un caractère différentiel important entre la créatine et la créatinine. Si l'on verse une solution concentrée de chlorure de zinc dans une solution concentrée de créatinine, il se dépose un précipité cristallisé, résultant de la combinaison, à équivalents égaux, de chlorure de zinc et de créatinine. Lorsque le dépôt des cristaux s'est effectué lentement, ceux-ci se groupent

autour d'un centre commun et forment des masses étoilées ou sphériques, présentant parfois l'aspect de houppes ou d'aigrettes.

Le chlorure de zinc ne précipite pas la *créatine*.

L'urine normale contient de la créatinine en des proportions qui varient entre 6 et 16 décigrammes par vingt-quatre heures (Neubauer, Munk, Méhu). Une alimentation végétale diminue la quantité de créatine excrétée; un régime animal l'augmente au contraire. Le jeûne, certaines affections fébriles, comme la pneumonie, les pyrexies en général, augmentent la proportion de créatinine; le malade vivant de lui-même est dans les mêmes conditions que s'il était soumis à un régime carnivore. C'est Pettenkofer qui a découvert l'existence de la créatine et de la créatinine dans l'urine.

Liebig a démontré l'identité de ces corps avec ceux qui ont été trouvés par Chevreul dans le suc de la viande.

L'action de la chaleur, l'alcalinité de l'urine favorisent la transformation de la créatinine en créatine (Méhu).

## § 32. DE LA CHOLESTÉRINE.

La cholestérine est une matière blanche cristalline. Bien que cette substance ait porté longtemps le nom de principe gras de la bile, ce n'est pas un corps gras. Elle est considérée comme un des éléments normaux de l'économie; on la rencontre en proportion considérable dans la bile, où elle serait dissoute, à la faveur des acides glycocholique et taurocholique; c'est surtout dans les calculs biliaires, ainsi que nous le verrons plus tard, qu'on la rencontre en abondance; parfois même, mais cette circonstance est rare, ces calculs sont uniquement formés de cholestérine, sans mélange de matières colorantes de la bile, de sorte qu'ils sont transparents. Nous reviendrons sur ce sujet. On trouve encore la cholestérine dans le liquide des kystes ovariques, des hydrocèles, des kystes hydatiques, dans les liquides séro-sanguins, accumulés dans les tissus à la suite d'un traumatisme.

On la rencontre également dans le contenu complexe des kystes sébacés ou des loupes. Généralement les tumeurs à con-

tenu demi-solide et de formation ancienne contiennent de la cholestérine.

Lehmann a trouvé des cristaux de cholestérine dans le plexus choroïde du cerveau et dans les crachats de la phthisie pulmonaire, à sa dernière période. On rencontre encore la cholestérine dans les tubercules crétacés et les échinocoques, dans le sang, dans le pus, dans le méconium, dans le cerveau, la moelle, le foie. La cholestérine existerait également dans certains végétaux, dans le blé, le seigle (Ritthausen), dans

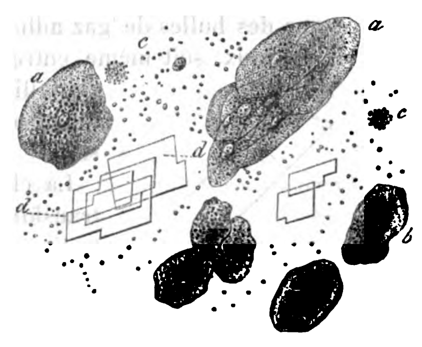



Fig. 354. — Éléments microscopiques du contenu d'une loupe. — *aa*, cellules épidermiques avec gouttelettes graisseuses; *bb*, cellules à noyaux effacés; *cc*, granulations graisseuses isolées; *d*, cholestérine (Follin).

l'orge (Lintner), dans les fèves, dans les pois (Beneke) et dans un grand nombre de graines (Méhu).

La présence de la cholestérine dans l'urine a été longtemps méconnue. Muller a le premier signalé l'existence de ce produit, dans la kyestéine (voy. ce mot) de l'urine des femmes enceintes. Gmelin a rencontré également la cholestérine dans une urine biliaire; depuis lors, des observations analogues avaient été faites par différents auteurs. C'est le Dr Beale qui a le mieux étudié la question; il a signalé à plusieurs reprises l'existence de la cholestérine dans l'urine, à la suite de dégénérescence graisseuse du rein. Cet auteur a signalé un fait que, pour notre part, nous n'avons pas eu l'occasion de vérifier. D'après ses propres observations, les globules huileux que l'on trouve au fond du vase, en cas de maladies des reins, ne sont point

formés de matières grasses, mais de cholestérine. Pour le prouver, le Dr Beale fait dissoudre ces globules dans l'alcool, puis il abandonne le liquide qui cristallise spontanément, en fournissant des cristaux caractéristiques. Il a constaté, de plus, qu'en raison de sa densité supérieure à celle des matières grasses, la cholestérine était plus lourde que l'eau et gagnait ainsi la partie inférieure des matières grasses. M. Méhu a également appelé l'attention sur ce point; il a fixé la densité de la cholestérine au nombre suivant : 1,047. Si l'on voit presque toujours les cristaux de cholestérine scintiller à la surface des liquides, c'est parce que des bulles de gaz adhèrent soit à la partie inférieure des cristaux, soit même entre les lamelles cristallines, et diminuent ainsi leur densité.

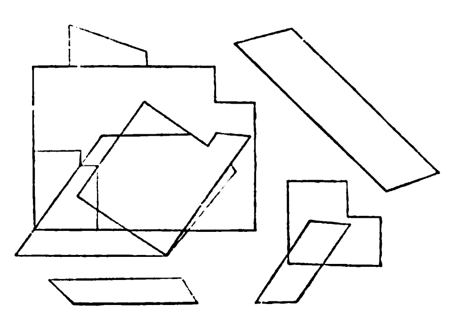


Fig. 355. — Cristaux de cholestérine.

La cholestérine se transforme dans l'intestin en stercorine ou séroline de Boudet.

Dans une affection particulière à laquelle on a donné le nom de cholestérémie, il y a accumulation de cholestérine dans le sang, qui peut en fournir 1,85 pour 1,000 (Méhu). — M. Picot, de Tours (1), dans un cas d'hépatite intestinale à forme atrophique suraiguë, prétend avoir trouvé dans le sang un grand nombre de ces cristaux de cholestérine. Outre la présence de ces cristaux, M. Picot dit avoir constaté une diminution très notable dans le nombre des globules rouges, ainsi que des modifications de forme.

La cholestérine, soit qu'elle ait cristallisé dans l'économie, soit qu'on l'ait fait cristalliser artificiellement, se présente sous la forme de grandes tables rhomboïdales, à côtés parallèles et à angles aigus. Les cristaux sont souvent très grands et quelquefois superposés. Grâce à la transparence de la cho-

(1) *Journal de l'Anatomie*, mai 1872.

lestérine, la superposition des cristaux n'est pas un obstacle à la détermination de leur forme.

La cholestérine est soluble dans l'alcool chaud et dans un mélange à parties égales d'alcool et d'éther; le chloroforme en dissout environ le quart de son poids ; elle est également soluble dans la benzine et le sulfure de carbone.

Lorsque la cholestérine est très sèche et qu'on la traite par l'acide sulfurique concentré, on obtient une magnifique série de couleurs, passant par les diverses nuances de l'orangé, du rouge, du pourpre et du vert (Harley, Zwenger).

Les solutions alcalines n'attaquent pas la cholestérine. Au contact d'un peu d'iode et d'acide sulfurique concentré, la cholestérine se colore en violet, en bleu et en rouge (Méhu). En présence du chlorure de zinc et de l'iode, la cholestérine se colore en vert bleu ou violet. Ces réactions peuvent être répétées sur le champ du microscope.

Parfois les tables de cholestérine sont si minces que, pour apercevoir nettement leurs contours, il faut adapter au microscope un diaphragme latéral ou central.

D'une façon générale on peut dire que la recherche de la cholestérine est très facile en raison de la netteté et du volume de ses cristaux.

## § 33. CYSTINE.

Cette substance a été découverte dans un calcul et décrite pour la première fois par Wollaston. La cystine n'existe pas dans l'urine normale, et elle a été rarement observée dans les sédiments urinaires. Lorsqu'elle se présente dans l'urine, cette substance forme un dépôt pulvérulent presque blanc ; tantôt, au contraire, elle reste suspendue dans le liquide. Au moment de l'émission, l'urine serait trouble et précipiterait, plus ou moins abondamment.

Lorsqu'elle fait partie d'un sédiment urinaire, la cystine se présente sous forme de cristaux, dont le type est un hexagone régulier. Ces lames hexagonales ne sont pas toujours ni régulières ni isolées ; le plus souvent même, les cristaux de cystine sont groupés et superposés, de telle façon que l'on n'aperçoit

que par transparence les arêtes des lames hexagonales. La réunion de ces cristaux forme des sortes de rosaces, plus foncées au centre qu'à la circonférence.

Les cristaux de cystine se dissolvent bien dans les acides minéraux et dans l'acide oxalique, mais surtout dans l'acide chlorhydrique. L'acide acétique, non plus que l'acide tartrique, ne dissolvent la cystine.

Les alcalis fixes ainsi que leurs carbonates dissolvent la cystine ; l'ammoniaque jouit au plus haut point de cette propriété. Le carbonate d'ammoniaque ne dissout pas la cystine.

Lorsqu'une solution ammoniacale de cystine est abandonnée à l'évaporation spontanée, on observe des cristaux isolés. Si l'évaporation a été poussée vite, la cristallisation se fait d'une façon confuse.

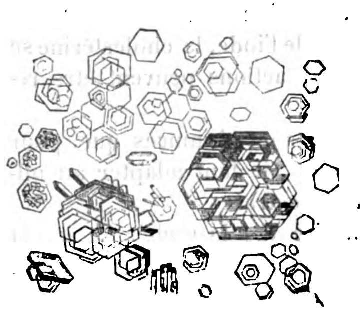


Fig. 356. — Cystine.

La cystine, en raison de l'alcalinité que présente souvent l'urine qui la laisse déposer, est fréquemment mêlée à du phosphate de chaux ; l'action de l'acide acétique, qui dissout les cristaux de phosphate et laisse intacts ceux de cystine, servira à les différencier facilement.

Si parfois on était tenté de confondre la cystine avec des urates incolores, l'action de la chaleur lèverait tous les doutes. puisque les urates se redissolveraient.

Du reste, l'action dissolvante de l'ammoniaque devra toujours être essayée ; — c'est le réactif par excellence de la cystine.

L'urine contenant de la cystine est généralement pâle et huileuse comme l'urine des diabétiques. L'odeur d'une telle urine, disent les auteurs, est variable ; suivant les uns, cette odeur rappellerait le parfum de la rose sauvage, plus ou moins accentué ; moins fréquemment (Golding Bird), l'odeur de l'urine rappelle celle de l'acide sulfhydrique ou de choux

pourris. Cette odeur caractéristique peut servir, dit M. Roberts, à faire soupçonner la présence de la cystine ($C^6H^6AzS^2O^4$) dans une urine qui contient du soufre et peut ainsi, par sa décomposition partielle, donner naissance à des produits sulfurés; on a également essayé d'expliquer par une raison analogue (Golding Bird) la coloration verdâtre que prennent, à la longue, les calculs de cystine quand ils sont exposés à la lumière.

Lorsque l'on fait évaporer lentement de l'urine, il arrive que le chlorure de sodium prend des formes cristallines se rapprochant beaucoup de celles de la cystine. Leur solubilité dans l'eau écartera toute chance d'erreur. Si, au contraire, l'évaporation de l'urine a été très rapide, le chlorure de sodium affecte la forme de glaives ou de croix, et alors aucun doute ne peut subsister.

L'urine de certaines femmes chlorotiques contiendrait, d'après Schearman, de la cystine, dont on provoquerait le dépôt par l'addition de carbonate d'ammoniaque.

### § 34. XANTHINE.

Nous dirons peu de chose de ce corps, en raison de son extrême rareté et du peu de précision de ses caractères microscopiques. Il a été trouvé dans des calculs urinaires, qu'il forme presque exclusivement; quelquefois le noyau est constitué par de l'acide urique. Ces calculs sont rares. C'est Marcet, qui a le premier signalé l'existence de la xanthine. Depuis, d'autres calculs ont été observés par Laugier en France, par Langenbeck, de Hanovre, par Wœhler et Liebig, etc., etc. On rencontre encore la xanthine dans l'urine humaine, surtout chez les leucémiques, dans le cerveau, la rate, le foie, le pancréas du bœuf, le thymus du veau, dans les foies atteints de cirrhose et dans certaines tumeurs de la rate (Méhu).

A l'état de pureté, la xanthine est amorphe, blanche, mais elle donne avec les acides des produits cristallisés. Elle prend sous la pression de l'ongle, ou de tout autre corps poli, un état cireux; presque insoluble dans l'eau froide, elle est à peine soluble dans l'eau bouillante. La xanthine est insoluble

dans l'alcool et dans l'éther, mais se dissout facilement dans les alcalis et dans l'ammoniaque. Les acides précipitent la xanthine de ses solutions alcalines.

On peut la dissoudre dans l'acide azotique ainsi que dans l'acide sulfurique ; elle est précipitée par les alcalis de la solution acide. L'azotate et le chlorhydrate de xanthine peuvent cristalliser et donner des cristaux très fins.

Le chlorhydrate de xanthine cristallise en tables hexagonales, ou en masses globuleuses, constituées par des cristaux confus.

L'azotate double d'argent et de xanthine cristallise en fines aiguilles, formant des amas sphériques, analogues à ceux donnés par les acides gras, et à la wavellite (alumine phosphatée).

Au premier abord, on peut être tenté de confondre un calcul de xanthine avec un calcul d'acide urique. La différenciation se fera par les réactions chimiques. La cassure des calculs de xanthine présente une couleur de cannelle ou de miel jaune (Golding Bird).

La forme cristalline de la cystine ne permettra pas de la confondre avec la xanthine.

D'après John Davy, on rencontrerait la xanthine dans les excréments des arachnides; chez les insectes, c'est de l'acide urique que l'on trouve.

## § 35. TAURINE.

Ce corps est extrêmement riche en soufre, ainsi que l'a démontré Redtenbacher qui en a dosé près de 35 p. 100 ; il dérive de l'acide choléique.

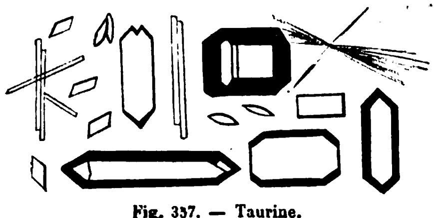


Fig. 337. — Taurine.

On trouverait parfois de la taurine dans l'urine, sous l'influence de certaines affections du foie. Elle existerait normalement dans les muscles de certains poissons, de certains mollusques.

La taurine se rencontre dans les excréments de l'homme.

Ce corps se présente sous la forme de prismes à quatre ou à six côtés, terminés par des pyramides ou pointements obliques, à quatre ou six faces. La forme fondamentale est un prisme oblique droit.

Les cristaux sont neutres au tournesol, solubles dans 15 parties d'eau à 12° et plus solubles dans l'eau chaude; à peu près insolubles dans l'alcool et dans l'éther froid.

Les cristaux ne sont pas altérés par les alcalis peu concentrés, ni par les acides à froid, ni par le contact de l'air. La potasse en solution concentrée peut dissoudre les cristaux de taurine.

### § 36. LEUCINE.

Dans le ramollissement du foie, dans le typhus et la variole, on trouve de la leucine dans l'urine.

Ce corps existe normalement dans le suc pancréatique, la rate, le thymus, le foie, le rein, les glandes salivaires, la salive, le cerveau, le poumon, les ganglions lymphatiques; il est un produit constant de la putréfaction des matières albuminoïdes, de l'épiderme, de la corne, de la sueur (Méhu). La leucine accompagne presque toujours la tyrosine.

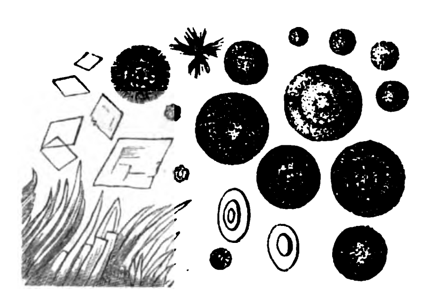


Fig. 358. — Formes variées sous lesquelles se présente la leucine.

La leucine cristallise en paillettes analogues à celles de la cholestérine (Méhu). Ce corps se présente également sous la forme de masses sphériques huileuses, ayant une grande légèreté spécifique et nageant à la surface de l'urine. Leur insolubilité dans l'éther les distingue des matières grasses. Elles n'ont pas l'aspect nettement cristallin, mais sont parfois bordées çà et là de pointes fines (fig. 358).

Les cristaux sont peu solubles dans l'eau froide, très solu-

bles dans l'eau bouillante, peu solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther.

Parfois, dit Harley, la leucine se présente avec une structure lamelleuse, semblable à celle de l'amidon de pommes de terre, et, par cela même, serait susceptible d'être confondue avec des cristaux microscopiques de carbonate de chaux. Les cristaux calcaires vont au fond de l'eau, tandis que la plupart des globules de leucine surnagent, comme nous venons de le dire.

Dans le cas d'ictère, la leucine est colorée en jaune.

Un pharmacien distingué de Paris, M. Tréhyou, a bien voulu nous remettre, pour l'examiner, un dépôt urinaire très curieux. Ce dépôt était constitué par de la leucine; nous en donnons ci-contre la figure (fig. 359).

Les sphérules de leucine étaient groupées ou isolées; au fur et à mesure que l'urine devenait ammoniacale, ces petites sphères se fendillaient dans tous les sens. Le travail de désorganisation s'accentuant davantage, elles perdaient leur transparence et leur aspect cristallin. La dissociation devenant plus profonde, la leucine s'est transformée en amas de très fines granulations, qu'il eût été presque impossible de caractériser, si l'on n'avait pas suivi ce travail de transformation.

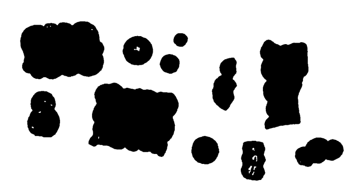


Fig. 359. — Sphérules de leucine, trouvées dans un dépôt urinaire.

Ces sphérules de leucine constituaient un dépôt blanchâtre pulvérulent, peu abondant. Il nous fut impossible d'avoir des renseignements sur le malade qui avait fourni cette urine.

Dans ce cas particulier, la leucine était accompagnée de nombreuses cellules épithéliales, de leucocytes, d'un nombre considérable de cristaux d'oxalate de chaux et d'amas d'une matière bleue, offrant en certains points une apparence cristalline assez nette.

Le dépôt qui nous fut remis était si peu abondant, que nous avons pu à peine en faire quelques préparations microscopiques, conservées jusqu'ici d'une façon assez satisfaisante.

## § 37. TYROSINE.

La tyrosine accompagne fréquemment la leucine, dans l'urine rendue pendant les maladies signalées plus haut; on la rencontre aussi dans les écailles cutanées des pellagreux.

La tyrosine cristallise en fines aiguilles, soyeuses et blanches, souvent groupées en étoiles.

Les cristaux de tyrosine sont peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau bouillante; ils sont insolubles dans l'alcool concentré et dans l'éther.

La tyrosine est très soluble dans l'ammoniaque; par évaporation on obtient de petites sphères constituées par de fines aiguilles partant d'un centre commun.

Fig. 360. — Sphères de tyrosine hérissées de pointes et provenant de l'urine dans un cas d'atrophie aiguë du foie.

La tyrosine se dissout dans les acides minéraux sans s'y altérer. Elle est soluble dans les alcalis. Les acides la précipitent de sa solution alcaline.

## § 38. GLUCOSE.

La présence du sucre dans l'urine a été découverte en 1671 par un médecin anglais, Thomas Wills. En 1815, notre compatriote M. Chevreul démontra que le sucre de l'urine différait du sucre de canne, et se rapprochait beaucoup du sucre de raisin.

Le sucre ne peut être considéré comme un sédiment de l'urine, mais quand on fait évaporer quelques gouttes d'une urine sucrée, ou que celle-ci s'évapore spontanément, on trouve des cristaux de glucose. Le sucre ne cristallise bien que dans le cas où l'urine est très riche en sucre et ne contient que peu d'urée ou d'autres sels.

La forme cristalline la plus caractéristique est le prisme

rhomboïdal; parfois les cristaux sont disposés en touffes rameuses (Harley). Ce même auteur est d'avis que le sucre du diabète ne cristallise avec autant de régularité qu'à la condition d'être combiné avec le chlorure de sodium.

Fig. 361. — Cristaux de glucose et de chlorure de sodium s'étant déposés spontanément, dans une urine concentrée.

Quand l'urine contient une plus forte porportion de sels, le sucre cristallise en petites masses circulaires, offrant des saillies formées de cristaux microscopiques. Ces masses semblent être constituées par une aggrégation de petites tables de sucre. Examinées sur un fond sombre, elles ressemblent à des fragments de sucre d'orge (Gibb, d'après Harley).

Nous rappellerons que, dans les urines sucrées, se développent des végétaux inférieurs, sur lesquels nous avons antérieurement insisté.

### § 39. MATIÈRE COLORANTE BLEUE DE L'URINE. — INDIGOTINE (Schunck, Méhu). — UROGLUCINE (Heller).

On observe que, dans certaines maladies, l'urine prend une coloration bleuâtre ou violacée, soit à sa surface qui est irisée, soit à sa partie inférieure qui contient un dépôt coloré. Cette matière colorante est toujours en quantité très faible; elle a été étudiée par M. Méhu (*Bull. de thérapeut.*, 1871). D'après cet auteur, la matière colorante violette est formée par un mélange, en des proportions variables, d'une matière colorante bleue et d'une matière colorante rouge.

La matière colorante bleue jouit des propriétés de l'indigotine et a été obtenue cristallisée par M. Méhu (fig. 356).

Elle tend à se déposer la première avec le sédiment, et comme elle apparait surtout dans les urines putrides, c'est avec les phosphates terreux qu'on la rencontre sur le filtre. Le sulfhydrate d'ammoniaqne tend à détruire la matière colorante violette, mais celle-ci se reproduit lorsque l'urine est agitée en présence de l'air. L'oxygène paraît donc être né-

cessaire au développement de la matière colorante bleue.

La matière colorante rouge existe en dissolution ; son pouvoir colorant est très intense ; elle n'a pas été obtenue à l'état cristallisé.

La matière colorante bleue cristallisée affecte la forme de prismes droits, dont les extrémités sont assez fréquemment taillées en biseau ; leurs arêtes sont quelquefois remplacées



Fig. 362. — Pigment bleu de l'urine cristallisé dans l'alcool (Méhu).

par des facettes. Tantôt ils sont isolés, tantôt groupés en masses irrégulières, ou bien ce sont de longues aiguilles prismatiques disposées en rayon (Méhu, *Chim. médic.*, p. 325).

Ces cristaux sont bleus, presque noirs, s'ils sont un peu épais. La matière colorante bleue est à peine soluble dans l'alcool concentré, qu'elle colore nettement en bleu ; l'éther, le chloroforme, n'en dissolvent que des traces.

La matière colorante rouge (indirubine) est au contraire très soluble dans ces véhicules (Méhu).

Ces matières colorantes bleue et rouge de l'urine dériveraient, d'après Schunck, de l'*indicane*, qui se dédoublerait sous l'influence de la putréfaction en *indigotine* et en *indirubine*.

L'indigotine se rencontre rarement dans les sédiments urinaires à l'état de cristaux s'étant spontanément formés. D'après M. Méhu, les formes cristallines, quoique différentes de celle de l'indigotine cristallisée artificiellement, peuvent néan-

moins se rapporter toutes au même système cristallin. Parfois aussi, dit cet auteur, l'indigotine se trouve dans le sédiment urinaire, à l'état de granulations amorphes, transparentes, d'un beau bleu, mélangées çà et là à des masses d'une teinte rouge ou orangée.

Celles-ci contiennent la matière colorante rouge (indirubine) et souvent aussi le pigment urinaire normal.

M. Méhu fait une remarque très importante sur certaines plaques de formes irrégulières, de couleur bleue, tantôt claire, tantôt foncée, qui semblent être des détritus épithéliaux teints par de l'indigotine. Ces plaques ne paraissent désigner aucun état morbide; elles ne sont jamais en assez grand nombre pour qu'il soit possible d'en faire une étude chimique. Ces fragments d'indigotine ou de matière organique colorés par de l'indigotine se voient également dans les urines des individus en bonne santé, comme aussi chez les malades. Nous pensons que l'origine épithéliale de ces débris organiques colorés en bleu est l'exception.

D'après Golding Bird, lorsqu'on administre de l'indigo par les voies digestives, on en retrouve dans l'urine.

On a également signalé (Julia de Fontenelle) la présence du *bleu de Prusse* dans l'urine. Dans chacun de ces cas, du fer avait été absorbé volontairement ou involontairement. Les auteurs ont émis cette hypothèse, que le cyanogène proviendrait de la décomposition de l'urée.

Des urines diversement colorées peuvent être rencontrées, mais la détermination du principe colorant est plutôt du ressort de la chimie que de la microscopie.

Il résulte d'une communication faite par le Dr Albert Robin, à la Société de biologie en mars 1879, qu'il y a trois espèces d'urines bleues, dont nous décrivons simplement les sédiments au point de vue de la matière colorante qui les caractérise.

1er TYPE. *Urines émises bleues.* — Sédiment amorphe de cyanourine (Braconnot et Alb. Robin) qui rougit par l'acide chlorhydrique et redevient bleue par l'ammoniaque. — Très rare.

2e TYPE. *Urines devenant bleues spontanément*, quelques heures après leur émission. — Sédiment amorphe ou cristallisé en aiguilles et en prismes isolés, ou réunis en amas étoilés: ces ai-

guilles et ces prismes ne sont pas de l'indigotine, comme on l'a prétendu, mais bien de l'indigose. Ces cristaux résistent à l'action de l'acide chlorhydrique et sont assez solubles dans le chloroforme. Ces urines se rencontrent dans la fièvre typhoïde surtout. (A. Robin.)

3ᵉ Type. *Urines devenant bleues plusieurs jours après leur émission* et seulement à la surface. — On trouve, à la superficie du liquide, des sporules plus ou moins teintées de bleu ; il est urgent de s'assurer que ces urines ne renferment pas d'indigose, qui, comme on le sait, vient quelquefois former des irisations à la surface du liquide, et pourrait teinter en bleu des spores indifférentes, comme celles du *Penicillium glaucum*.

## § 40. DES CALCULS URINAIRES.

Le microscope ne peut que très rarement donner des renseignements précis sur la composition des calculs. Les substances qui les constituent sont généralement à l'état amorphe, et, de plus, les calculs sont fréquemment formés de couches concentriques de composition différente. C'est donc surtout à l'analyse chimique qu'il faut recourir ; cependant, comme on peut avoir à étudier un faux calcul, l'examen microscopique pourra mettre sur la voie de l'erreur ou de la fraude.

L'un de nous se fondant sur des expériences de laboratoire et sur des observations cliniques, touchant le rôle joué par les micro-organismes dans la formation du tartre et des calculs salivaires, a étendu ses recherches aux calculs que l'on rencontre le plus souvent dans l'économie (calculs biliaires, calculs rénaux, calculs urinaires, etc.). Il résulte de ces recherches que les calculs qui se forment dans l'économie seraient des produits d'origine parasitaire et que les micro-organismes qu'ils contiennent avaient été les agents producteurs de ces néoformations en déterminant au sein même des humeurs soit normales soit pathologiques où ils avaient été entraînés, des réactions chimiques, ayant pour résultat le dépôt de substances amorphes ou cristallisées. (Galippe, *Calculs*

*salivaires*, *urinaires*, etc., *présence de nombreux parasites.* C. R., *Soc. de biologie*, 1886, p. 116 et 377.)

Nous étudierons dans un chapitre spécial les calculs intestinaux.

## § 41. CALCUL D'OXALATE DE CHAUX CRISTALLISÉ.

Notre savant collègue et ami, M. le docteur Reliquet, a bien voulu nous confier un calcul, très curieux par sa forme cristalline et sa transparence, rendu spontanément par un malade après de vives douleurs.

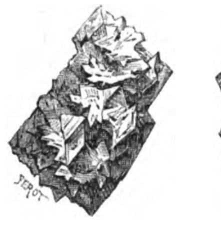



Fig. 363. — Calcul d'oxalate de chaux cristallisé.

Ce calcul avait un peu moins d'un centimètre de long sur cinq ou six millimètres de large ; il a été représenté ci-dessus considérablement grossi. Il était d'un blanc jaunâtre ; il présentait des angles très aigus et une partie presque plane, que nous appellerons sa base. Cette base était transparente et formée de couches superposées et parallèles. Le calcul, placé sur sa base, montrait des groupes de cristaux brillants et relativement très volumineux, d'une forme très pure ; ces cristaux paraissaient être constitués par des prismes terminés par des pyramides à quatre pans, ou par des octaèdres.

L'analyse chimique a confirmé les prévisions tirées uniquement de l'examen des cristaux. Cette forme de calcul d'oxalate de chaux est très rare, et n'a pas encore été signalée, au moins à notre connaissance.

## § 42. CALCULS BILIAIRES.

Ces calculs se rencontrent dans la vésicule biliaire ou dans le contenu de l'intestin. Parfois la vésicule est distendue par un grand nombre de ces cristaux, qui, par l'action du frottement, prennent des formes géométriques régulières, parfois,

au contraire, un seul calcul peut remplir et distendre la vésicule biliaire. Si nous en parlons ici, c'est que fréquemment ils sont constitués par de la cholestérine associée à des matières colorantes de la bile, à du mucus et à quelques sels. A l'œil nu, lorsqu'on observe un de ces calculs presque uniquement formé par de la cholestérine, on voit qu'il est constitué soit par des aiguilles orientées diversement, tantôt dirigées horizontalement, tantôt partant d'un centre commun, comme les rayons d'une sphère. Lorsque la cholestérine est emprisonnée dans une gangue, formée par des produits biliaires, celle-ci brille sur un fond sombre et affecte sa forme

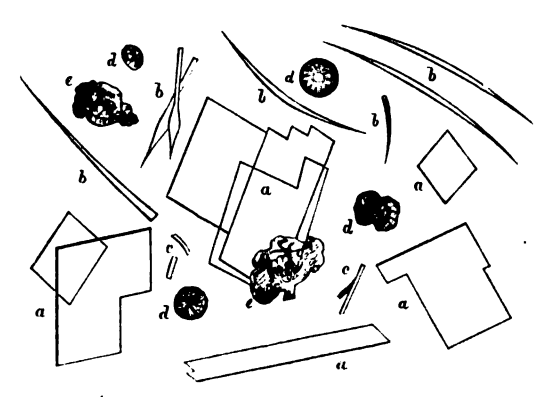



Fig. 364. — Éléments entrant dans la composition des calculs biliaires.

cristalline ordinaire. Voici quelle serait, d'après M. Robin, la structure des calculs biliaires. La surface des calculs striés présente l'aspect d'aiguilles pyramidales, ou de lamelles brillantes, dont la forme générale est triangulaire, le sommet part d'un centre ou noyau, et la base correspond à la périphérie ; dans les calculs composés de cholestérine pure, les stries sont radiées et brillantes ; dans ceux qui sont tout à fait transparents, il n'existe pas de noyau. Quand les calculs sont formés de cholestérine pure ou presque pure, celle-ci se présente sous la forme de paillettes, quelquefois larges de 2 à 3 millimètres et disposées en rayonnant autour du centre de la masse, mais généralement microscopiques, losangiques et souvent encore très régulières et imbriquées. Suivant le plus ou

moins grand nombre des granules microscopiques colorés, interposés aux lames de cholestérine, la teinte des cristaux lamelleux passe du blanc nacré au blanc jaunâtre.

Les calculs biliaires, dans lesquels dominent les matières colorantes biliaires (biliverdine, biliphéine, cholépyrrhine), offrent des colorations très variables. Ils sont solubles dans l'éther, ainsi que dans la potasse et la soude; avec l'acide nitrique, ils fournissent les réactions des matières colorantes biliaires èt passent par les teintes verte, bleue, violette, rouge et jaune. La matière colorante vue au microscope forme des granules ou des fragments jaune orangé ou verdâtres.

Nous donnons, d'après le magistral ouvrage du professeur Laboulbène, l'analyse d'un calcul biliaire par dissolution alcoolique : *a*,*a*,*a*, cristaux de cholestérine; *b*,*b*,*b*, cristaux aciculés de cholate de chaux; *c*,*c*,*c*, cristaux bacillaires de la même substance ; *d*,*d*,*d*, matière grasse cristalline ; *e*,*e*,*e*, substance amorphe colorée en vert.

---

# CHAPITRE XVI

## DU LAIT AU POINT DE VUE MICROSCOPIQUE

Ainsi que le sang, le liquide produit par les glandes mammaires est, d'une façon générale, composé de deux parties, une partie liquide, une partie solide. L'analogie se poursuit encore, et de même que la fibrine, dissoute dans le sang, se coagule sous l'influence de causes diverses, nous verrons également que la caséine, dissoute dans le sérum du lait, peut aussi apparaître dans le champ du microscope. Les éléments solides du lait sont constitués par un très grand nombre de petites granulations graisseuses, animées d'un mouvement brownien, et par des globules d'un volume plus considérable, mais variable, et, à une certaine période de la lactation, par des *corps granuleux* (Donné). Outre ces éléments, le lait ren-

ferme encore quelques rares globules blancs, des cellules épithéliales d'origine diverse, etc.

## § 1. DU COLOSTRUM.

Dès qu'une femme devient enceinte, il se passe du côté des glandes mammaires une série de phénomènes préparatoires,

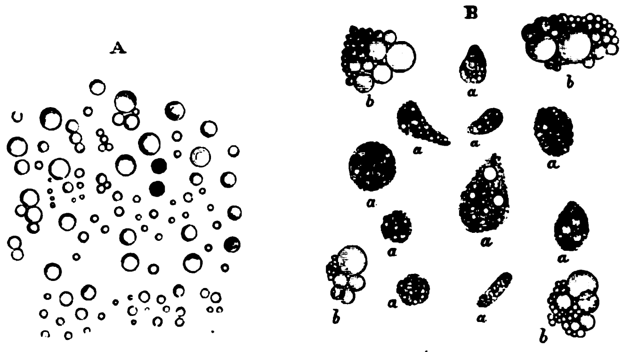



Fig. 365. — Lait normal.

Fig. 366. — Éléments du colostrum. — A, corps granuleux. B, globules agglomérés.

qui semblent marcher parallèlement au développement de l'utérus. Le sein augmente d'abord de volume, et, à une époque variable suivant les femmes, la glande sécrète un liquide tantôt séreux, ne contenant que quelques globules de graisse, tantôt, au contraire, un liquide jaunâtre épais, visqueux, qui est le *colostrum*. Nous tenons à insister sur ce point, c'est qu'il n'y a pas de règle précise pour l'apparition du colostrum ; tantôt on pourra le faire sourdre à la simple pression de la glande mammaire d'une femme enceinte de deux mois, tantôt, au contraire, une femme arrivera jusqu'au terme de sa grossesse sans que la sécrétion lactée se soit éveillée. Les grossesses antérieures ne nous ont pas paru exercer une influence marquée sur le développement de la sécrétion lactée. Par conséquent, il n'y a pas de déduction véritablement scientifique à tirer de l'époque de l'apparition du colostrum.

Lorsqu'on examine du colostrum au microscope, on voit un nombre plus ou moins considérable de globules laiteux, tantôt régulièrement sphériques, tantôt irréguliers ; les uns sont très

gros, les autres extrêmement fins. D'après Donné (1), ces gouttelettes oléagineuses seraient de la substance butyreuse mal élaborée, qui monterait très facilement à la partie supérieure du colostrum. La plupart des autres globules gras, ajoute Donné, sont très petits et forment comme une poussière; ces globules, au lieu de se déplacer librement dans le sérum, comme cela se voit dans le lait complètement élaboré, sont pour la plupart liés entre eux par une matière visqueuse, de manière qu'en les faisant circuler sur la lame de verre, ils se déplacent par petites masses agglomérées, au lieu de monter les uns sur les autres et sans adhérence, comme dans le lait pur.

C'est à Donné que revient l'honneur d'avoir décrit le premier ces corps si caractéristiques, auxquels il a imposé le nom de *corps granuleux*, nom qui leur est justement resté. C'est à tort que Simon (*Die Frauenmilch*, p. 53) a nié l'existence de ces corps granuleux qu'on voit avec la plus grande facilité. « Ces corps particuliers n'ont pas toujours la forme globulaire, ni même une forme constante, ils présentent à cet égard toutes les variétés possibles; il en est de petits, ayant moins d'un centième de millimètre, et d'autres très gros, ayant plusieurs fois ce diamètre; ils sont peu transparents, d'une couleur un peu jaunâtre et comme granuleuse, c'est-à-dire qu'ils semblent composés d'une multitude de petits grains, liés entre eux ou renfermés dans une enveloppe transparente; très souvent il existe, au centre ou dans tout autre point de ces petites masses, un globule qui ne paraît être autre chose qu'un véritable globule laiteux emprisonné dans cette matière. »

Donné n'avait pas déterminé la nature de ces corps particuliers, mais il avait reconnu qu'ils ne se dissolvent pas dans les alcalis ; toutefois, de même que les globules laiteux véritables, ils disparaissaient dans l'éther; après l'évaporation de ce dissolvant, il restait sur le verre de petits amas d'aiguilles cristallines, constitués par des cristaux de *margarine*. Depuis on a déterminé l'origine des *corps granuleux*. D'après G. Pouchet et Tourneux, ces corps seraient les cellules de la glande mammaire chargées de graisse. Pour les observer, disent ces auteurs, le colostrum est laissé pendant vingt-quatre heures avec

(1) *Du lait et en particulier de celui des nourrices*, etc. Paris, 1837. Donné est mort récemment presque oublié; il a rendu de nombreux services à la science; nous tenons à lui rendre cet hommage.

huit ou dix fois son volume d'éther. On recueille le dépôt au fond du verre, avec une pipette, et on colore avec le picro-carminate.

La présence de ces corps granuleux ne persiste pas ordinairement dans le lait; chaque jour ils diminuent de nombre; les globules laiteux prennent une forme régulière, ils deviennent parfaitement sphériques et d'une grosseur sinon égale, ce qui n'existe jamais dans le lait, mais au moins n'offrant pas cette énorme disproportion que nous avons signalée plus haut. Le temps nécessaire à l'accomplissement de ces modifications est extrêmement variable; vingt jours après l'accouchement, on peut encore trouver des corps granuleux dans le lait d'une bonne nourrice.

Donné, à la suite de nombreuses recherches, a fait le tableau suivant des diverses modifications que subit le lait depuis l'accouchement jusqu'à l'état parfait : « Le premier jour, colostrum jaunâtre, visqueux, demi-transparent, alcalin; il se compose de globules laiteux, la plupart agglomérés, très disproportionnés entre eux pour la grosseur, mêlés de corps granuleux nombreux, de forme variée et de gouttes oléagineuses; ce liquide, traité par l'ammoniaque, se prend tout entier en une masse visqueuse et filante.

« Le troisième jour l'enfant a déjà tété plusieurs fois, les seins commencent à se gonfler, le lait est jaune, il présente à peu près les mêmes caractères que le premier jour, sauf qu'il contient déjà moins de corps granuleux.

« Le sixième jour, l'état de la mère et celui de l'enfant ne laissent rien à désirer, les seins. sont gonflés et l'enfant tète sans difficulté; cependant il faut une certaine pression pour faire sortir le lait. Celui-ci est très jaune et bleuit fortement le papier rouge de tournesol; les globules laiteux sont généralement gros, mais mieux proportionnés entre eux; il existe encore un certain nombre de gouttes oléagineuses, mais on ne voit pas cette espèce de poussière de petits globules que l'on remarque dans certains laits pauvres. Les masses de globules agglomérés (1) n'ont pas disparu, mais les corps granuleux deviennent assez rares; du reste les globules laiteux sont nombreux et serrés.

« Le septième jour, la couleur du lait est toujours très jaune et la consistance assez grande; on voit encore quelques gros globules huileux, mais le plus grand nombre est bien net, bien circonscrit et bien proportionné; les masses agglomérées disparaissent peu à peu, les corps granuleux deviennent rares.

« Le dixième jour le lait est abondant, les seins sont très gonflés et

(1) Il ne faut pas les confondre avec les corps granuleux.

très durs, le lait est assez épais, légèrement jaunâtre; il présente au microscope des globules très nombreux et très serrés, dont quelques-uns sont très gros et n'ont pas moins de 2 à 3 centièmes de millimètre en diamètre; mais le plus grand nombre sont d'une moyenne grosseur et n'ont pas plus de 1/150 à 1/200 de millimètre; il y en a de beaucoup plus petits, mais ils sont peu nombreux, relativement aux autres; il existe encore quelques petites agglomérations et quelques corps granuleux très rares.

« Le quinzième jour, le lait est d'un beau blanc mat, avec une légère teinte de jaune; on aperçoit de temps en temps un corps granuleux et quelques petites agglomérations; l'ammoniaque lui communique encore un peu de viscosité; enfin, le vingt-quatrième jour, le lait est tout à fait blanc, riche en globules et ne contient plus aucun corps étranger; il reste tout à fait limpide, quand on le mêle avec de l'ammoniaque; depuis cette époque, le lait ne présente plus de caractères particuliers et il paraît avoir acquis ses qualités normales. » (Donné, *loc. cit.*)

Ainsi que le dit fort bien Donné, dans son mémoire, ce sont là des moyennes qui peuvent subir de nombreuses exceptions; aussi faudrait-il bien se garder de croire que, dans l'observation directe des faits, les choses se passent avec une régularité mathématique. C'est ainsi que, d'après les recherches de l'auteur lui-même, on peut trouver des laits parfaitement bons en apparence et des nourrices très saines et bien portantes, offrant ce mélange des éléments du colostrum, longtemps après qu'il ne devrait plus en exister de trace. Le lait peut renfermer des corps granuleux pendant plusieurs mois. Dans ces cas, Donné a cru remarquer que les enfants étaient chétifs, comme s'ils ne recevaient qu'un lait mal élaboré et peu nourrissant. Cette remarque mérite d'être confirmée. En un mot, pour Donné, la persistance du colostrum dans le lait serait le signe d'un état d'imperfection de ce liquide.

Henle, après Donné et quelques autres auteurs, a étudié également les corps granuleux du colostrum; ces globules consisteraient, d'après cet observateur, en des agglomérations de très petits globules, unis entre eux par une substance grise, qui se dissout dans l'acide acétique, et laisse ainsi en liberté les globules qu'elle réunissait. Nous avons dit plus haut quelle était la véritable origine des corps granuleux. L'iode les colore en brun (Hassal, Filhol); ces auteurs disent que l'éther les dissout entièrement; nous avons vu qu'il n'en était rien.

D'après Arthur Rill, Hassal, les corpuscules granuleux paraissent être très rares dans le colostrum de la vache, de la chèvre et de l'ânesse. Antérieurement à ces auteurs, Donné avait fait la même remarque; sauf ce point particulier, il résulte des recherches de cet auteur que le lait subit les mêmes modifications chez les animaux que chez la femme, mais ces modifications sont moins accentuées.

C'est avec intention, que nous avons fait tout à l'heure de grandes réserves pour ce qui concerne la détermination de l'âge du lait, par la présence, dans celui-ci, des corps granuleux en plus ou moins grande quantité. On sait combien en médecine légale il faut se défier des opinions toutes faites et des affirmations catégoriques, aussi ne croyons-nous pas que l'on puisse appliquer les résultats fournis par Donné à la solution de certains problèmes de médecine légale, comme le conseillent des auteurs estimés. Dans un cas d'avortement, ou d'accouchement clandestin, il ne faudrait pas croire que, par un examen du lait, on puisse avec quelque certitude déterminer l'époque à laquelle remonte le part. Que dans la majorité des cas, ainsi que l'ont prétendu Bœker, Morel et Tourdes, le lait, chez les femmes qui n'ont pas allaité, reste plus longtemps à l'état imparfait, cela est possible, mais ce n'est pas un fait constant. C'est ainsi que nous pouvons actuellement observer une jeune femme accouchée récemment et n'ayant pas allaité, dont le lait ne présente ni globules agglomérés ni corps granuleux. Aussi les conclusions suivantes de Morel et Tourdes ne doivent pas être acceptées sans les plus expresses réserves : 1° le lait reste imparfait chez les femmes qui n'allaitent pas; il continue à être caractérisé par l'inégalité des globules et par la présence des globules de colostrum ; 2° la diminution et la pauvreté croissantes de la sécrétion ne fournissent que de simples indices; 3° la rareté ou l'absence de la poussière globuleuse annonce un lait plus ancien. Un signe d'âge semble résulter de l'atrophie des corpuscules du colostrum.

Nous ne voulons pas quitter ce sujet sans parler de l'examen des taches de lait appliqué à la médecine légale. Nous empruntons les renseignements qui suivent à la monographie du docteur J. Gosse, sur les taches. On trouve particulièrement ces

taches sur la chemise au-devant des seins. Quand le lait est encore à l'état de colostrum, leur coloration tranche d'une façon nette sur le tissu blanc; elle est plus foncée que lorsqu'il s'agit de lait arrivé à l'état parfait. Ces taches empèsent fortement le linge, qui devient rude au toucher. Elles sont visibles des deux côtés, sur les tissus de chanvre et de coton. Leur aspect varie suivant l'âge du colostrum et suivant qu'il est plus ou moins séreux. Dix taches de colostrum d'un jour ont présenté au docteur Gosse les caractères suivants : coloration jaunâtre uniforme, le linge empesé plus fortement encore que par du colostrum des jours suivants, taches plus petites et un peu sinueuses. Les taches du colostrum de deux à trois jours au plus ont un aspect caractéristique : le centre de la tache (la partie tachée primitivement par le colostrum) jaunâtre est entouré par une portion beaucoup plus claire, grise. Cette portion, qui constitue le bord de la tache, est beaucoup moins foncée vers le centre que vers le bord, qui offre une sorte de lisèré gris, très marqué. Les bords présentent plutôt des dentelures que des sinuosités. Sur les toiles de chanvre colorées (en bleu par exemple), on ne voit pas la coloration jaune, mais une teinte bleu foncé, très tranchée. Sur les tissus de laine noire, on voit, du côté de la tache, une coloration blanc-grisâtre, un peu brillante, ayant des analogies avec l'aspect que présentent les taches spermatiques. M. le docteur Gosse a revivifié des taches de deux mois, par l'eau distillée, après les avoir fait macérer pendant quinze minutes, et a examiné au microscope l'eau de macération, très faiblement opaline. Au grossissement de 550 diamètres, il a vu distinctement les corps granuleux, ainsi que quelques rares globules graisseux. Ceux-ci sont libres, très peu déformés. L'ammoniaque rend l'eau de macération très faiblement glutineuse, cependant assez pour que l'on puisse le constater. Par l'addition d'acide acétique et d'éther, les globules graisseux disparaissent en grande partie, mais non complètement; la majorité de ceux que l'on retrouve sont déformés et présentent quelquefois une forme analogue à celle des larmes bataviques. Quelques corps granuleux persistent également. (Gosse, *loc. cit.*, p. 70.)

Les taches produites par le lait acquièrent une raideur qui

diminue un peu par la chaleur, laquelle du reste ne les fait pas changer de couleur. Bayard, d'après le docteur Gosse, attribuerait à ces taches une coloration jaunâtre. Cette coloration existe, en effet, pour certains laits et surtout pour le lait des deuxième et troisième mois ; mais, passé ce temps, les taches deviennent plutôt d'un gris assez pâle. Leur teinte est uniforme, seulement quelquefois elles présentent un liséré d'un gris un peu foncé. Sur de la toile de couleur, elles se manifestent par une coloration un peu foncée de la partie tachée. Sur des étoffes de laine, elles sont à peine visibles, même sur les étoffes noires. En général elles sont assez grandes, arrondies et n'offrent pas de relief; sur de la toile ou des cotonnades, elles sont visibles des deux côtés. Ces mêmes étoffes, regardées par transparence, présentent une moins grande opacité, dans la partie tachée. Si l'on fait macérer les taches dans de l'eau légèrement acidulée, on retrouve par l'examen microscopique les globules du lait dans l'eau de macération. Ceux-ci sont un peu contractés, libres et suspendus dans le liquide. L'ammoniaque ne rend pas le liquide glutineux. L'éther dissout une grande partie des globules, non la totalité, même lorsqu'on y a ajouté quelques gouttes d'acide acétique (Gosse, *loc. cit.*, p. 74). M. le docteur Tourdes (*Dict. encyclop.*, 2e série, t. I, p. 44) dit qu'en 1857, dans un cas de suspicion d'infanticide, il a constaté avec le docteur Kœberlé que du lait provenant d'une femme dont l'accouchement datait de sept jours, conservé sur une plaque de verre et examiné dix-neuf jours après, offrait encore tous les caractères essentiels du lait et contenait des corpuscules irréguliers, analogues à ceux du colostrum. Les expériences comparatives faites sur des laits d'âges différents ont montré aux auteurs qu'on pouvait retrouver sur ces taches, en les délayant dans une gouttelette d'eau sucrée, les indices des différentes périodes, mais que les corpuscules de colostrum étaient l'élément qui s'altérait le plus facilement.

Donné a recherché s'il y avait un rapport entre la sécrétion du colostrum et la sécrétion lactée, après l'accouchement, en d'autres termes, s'il était possible de reconnaître d'avance si une femme aura du lait en suffisante quantité pour nourrir son enfant. L'auteur que nous venons

de citer a tranché la question avec beaucoup de précision, au moins dans la règle qu'il a établie : « La sécrétion de la glande mammaire est, après l'accouchement, dans un rapport constant avec l'état qu'elle présente pendant la gestation, de telle sorte qu'il est possible de prévoir, par l'observation de ces caractères pendant la grossesse, ce qu'elle sera lorsqu'elle aura acquis toute son activité après le part. »

Donné a résumé de la façon suivante les caractères que présente le colostrum :

1° Sécrétion presque nulle et liquide visqueux, contenant à peine quelques globules laiteux, mêlés de corps granuleux rares;

2° Colostrum plus ou moins abondant, mais pauvre en globules laiteux, qui sont petits, mal formés et souvent entremêlés, outre les corps granuleux, de globules muqueux;

3° Enfin, colostrum riche en globules laiteux réguliers et d'une bonne grosseur, n'étant mélangés d'aucune autre substance que des corps granuleux particuliers au colostrum.

Voici maintenant les indications que l'on peut tirer, d'après l'auteur, de ces divers états de la sécrétion lactée vers les derniers temps de la gestation :

1° Le premier état appartient aux femmes chez lesquelles la sécrétion du lait est pour ainsi dire nulle après l'accouchement, ou bien chez lesquelles elle ne produit qu'un liquide séreux, pauvre en éléments nutritifs et incapable de suffire à l'allaitement d'un enfant;

2° Chez les femmes de la deuxième catégorie, le lait, après l'accouchement, peut être en petite quantité ou très abondant; mais il est toujours pauvre et séreux;

3° Enfin, le colostrum riche en globules laiteux et pur de toute substance étrangère à la composition du lait, autre que les corps granuleux, indique toujours un lait également riche, abondant et de bonne qualité.

Nous pouvons ajouter que notre expérience personnelle vient confirmer, d'une façon générale, les résultats obtenus par Donné.

## § 2. DU LAIT.

Lorsqu'on examine du lait à l'état parfait, on voit qu'il est formé d'un liquide dans lequel sont suspendus un nombre extrêmement considérable de globules butyreux, nettement sphériques, réfractant fortement la lumière, et de volume variable. Cette inégalité de volume avait frappé les premiers micrographes, qui avaient cru pouvoir en déduire que ces globules divers avaient une composition différente. Leewenhoeck, le grand observateur au microscope, rapporte en ces termes l'impression produite sur lui par l'examen du lait au microscope. « *Vidi multos globulos*, *similes sextæ parti*

*globuli sanguinei, et etiam alios, quorum bini, terni aut quaterni se invicem modo attingebant, fundum versus descendere et multos variæ magnitudinis globulos in superficie fluitantes, inter quos posteriores adipem sive butyrum esse judicabam.* »

Pendant longtemps, on a cru qu'il y avait dans le lait des globules de caséine et des globules de beurre; Hodgkin, Lyster (*Annales des sciences naturelles*, t. XII, p. 69), ont émis les premiers l'opinion que les globules du lait étaient tous identiques. Mais, à cette époque, on considérait les plus petits globules comme formés de caséine. Raspail était d'avis que, parmi ces globules, il y en avait d'albumineux et d'oléagineux. Donné a démontré que ces globules, quel que fût leur volume, étaient tous solubles dans l'éther. La démonstration ne laissait rien à désirer; le même auteur a également remarqué que toute la matière grasse du lait n'y existait pas sous forme de globules graisseux; et que, si l'on agitait le sérum avec de l'éther et qu'on l'additionnât d'eau ensuite, il se séparait une certaine quantité d'huile, qui était hors de proportion avec les globules butyreux que pouvait encore contenir le sérum.

L'identité des globules du lait ayant été établie, une longue discussion s'éleva parmi les observateurs sur ce point : les globules du lait ont-ils, ou non, une enveloppe de nature différente? Raspail, dans sa *Chimie organique*, dit que l'on voit les globules enveloppés par une membrane transparente et albumineuse, diaphane et nullement granuleuse par elle-même. Donné et Dujardin s'élevèrent contre cette opinion, soutenue par Mandl, Turpin, Henle, Dumas, etc. MM. Filhol et Joly ont démontré que ce qui avait pu donner naissance à cette fausse interprétation, c'était la coagulation de la caséine autour des globules butyreux, un certain temps après que le lait a été retiré de la mamelle, ou qu'il a subi l'influence de certains réactifs, tels que l'alcool, l'éther ou un acide faible. M. de Sinety s'est occupé récemment de cette question; l'autorité légitime qui s'attache aux travaux de cet observateur distingué nous fait un devoir de citer ses belles recherches. Il n'est pas besoin de substances étrangères, dit M. de Sinety, pour amener des coagulations dans le lait; au bout de peu de temps, il se forme dans ce liquide des coagulations très faciles à

constater au microscope, tandis qu'à l'œil nu, au goût et à l'odeur, on ne pourrait encore saisir aucune transformation. Si on examine immédiatement le lait, au sortir de la mamelle, en ayant soin de ne pas l'agiter, on ne trouve aucune trace de membrane, autour des globules gras, ni aucune substance coagulée, dans la préparation soumise à l'examen. Si le lait n'est pas agité, les coagulations se montrent plus tardivement. M. de Sinety en a toujours trouvé au bout d'une heure, et parmi les globules gras, un grand nombre sont alors entourés d'une substance membraneuse, facile à reconnaître aux plis qu'elle forme en certains points. Ainsi que le fait justement observer M. de Sinety, ces observations montrent que, comme tous les liquides de l'organisme, le lait est soumis dans la mamelle à des échanges continuels et incessants, qui constituent la vie. Personne n'aurait l'idée de considérer comme normal le sang, quand il a été extrait des vaisseaux. Le phénomène de la formation du caillot a nécessairement frappé les premiers qui l'ont vu. Pour le lait, il en est de même que pour le sang, et pour être moins facile à observer et nécessiter l'emploi du microscope, les transformations morphologiques que subit ce liquide, hors de la mamelle, n'y sont pas moins évidentes. Dans l'organisme vivant, le lait ne se compose que d'un liquide amorphe, tenant en suspension des corpuscules sphériques de dimensions différentes, formés de matières grasses. Ces petits corps, poursuit M. de Sinety, ne sont pas même entourés de cette fine membrane, qui se forme au contact des substances grasses et albuminoïdes, et qu'Ascherson avait très bien étudiée et décrite sous le nom de membrane haptogène. M. de Sinety a repris l'expérience d'Ascherson, et il a vu comme lui que, si l'on agite de l'huile avec de l'albumine de l'œuf, par exemple, il se forme autour de chaque gouttelette d'huile une enveloppe membraneuse que l'addition d'une goutte de rouge d'aniline rend encore plus évidente, mais qu'on peut très bien observer, sans l'aide d'aucun réactif. Le lait vivant est, à ce point de vue, une émulsion toute spéciale et différente de celle que nous obtenons dans nos laboratoires. Dès qu'il a quitté la mamelle, il devient semblable alors, en certains points, au liquide soumis à nos expériences. Il paraît parfaitement fluide

à l'œil nu, mais le microscope nous montre qu'il contient bientôt des substances coagulées, de véritables petits caillots. Alors aussi ces globules s'entourent d'une membrane comme les gouttelettes d'huile, quand on agite celle-ci avec l'albumine. On voit, par ce qui precède, que M. de Sinety a donné l'appui de son autorité scientifique à l'opinion précédemment émise par MM. Filhol et Joly. En résumé, les globules du lait vivant ne sont pas entourés d'une membrane, mais lorsqu'il s'est fait dans ce liquide des coagulations spontanées ou provoquées par des réactifs, les globules du lait sont revêtus d'une membrane enveloppante.

La grosseur des globules du lait est excessivement variable dans un même lait, et, à plus forte raison, d'une femme à une autre. Nous avons vu que, dans le colostrum, il y avait des globules butyreux, d'une grosseur considérable et de forme irrégulière, mais, à mesure que le lait devient plus parfait, les globules tendent à s'égaliser. Néanmoins la variation des globules entre eux est dans le rapport de 1 à 5.

Il résulterait des recherches de Donné, qu'abstraction faite de ces globules volumineux, que l'on trouve dans les laits jeunes, les globules du lait tendraient à augmenter de volume, depuis l'accouchement jusqu'à une certaine époque de l'allaitement; c'est ainsi que les petits globules, très nombreux après l'accouchement, tendraient à se rapprocher du type de 1/100e de millimètre.

Des recherches de Donné et Duvergier il résulterait que le lait à gros globules est plus fort et plus propre à acquérir de la richesse par l'allaitement, mais tous les enfants ne peuvent pas le supporter. Cette condition du lait coïnciderait le plus fréquemment avec le tempérament lymphatique. Le lait à petits globules paraîtrait se rattacher de préférence aux tempéraments sanguins; il est généralement plus pauvre et moins capable d'acquérir de la richesse. Le lait à globules moyens est la condition la plus communément observée. Il arrive quelquefois que les globules diffèrent dans chaque sein, ce qui s'observe surtout quand on examine un sein plutôt que l'autre (Donné et Duvergier).

Eu égard à l'importance du rôle joué par les matières gras-

ses dans l'alimentation des enfants, les observateurs ont cherché un moyen pratique d'évaluer la richesse du lait en globules. Une question incidente de la plus haute gravité se posait en même temps : les divers éléments qui entrent dans la composition du lait, sucre de lait (lactine), caséine, etc., varient-ils dans le même sens que la matière grasse? En un mot, quand un lait est riche en matières grasses, contient-il également une proportion aussi considérable des autres éléments nutritifs? MM. Péligot et Payen avaient résolu la question par l'affirmative. M. Péligot, dans son travail sur le lait d'ânesse, fait voir que, le plus souvent, la quantité de caséum et de sucre augmente en même temps que la porportion du beurre et diminue avec elle. Les observations directes de Donné l'ont conduit à admettre la réalité du rapport établi par Péligot et Payen. D'après M. Husson, la diminution d'un principe amènerait, au contraire, presque nécessairement l'augmentation de l'autre. C'est surtout entre le sucre de lait et la caséine, que cette corrélation existerait. De sorte que, si l'analyse chimique démontre une diminution notable du sucre de lait, accompagnée d'une augmentation de caséine ou d'apparition d'albumine, on peut conclure que l'altération est due à un certain état pathologique, ou à l'influence d'une alimentation mauvaise (Husson). Antérieurement, Simon, Filhol et Jolly s'étaient inscrits contre le rapport établi par Péligot, Payen et Donné. De leur côté, MM. Vernois et Becquerel affirment aussi que, comme dans le sang, comme dans l'urine, les éléments du lait ne sont pas solidaires entre eux. Chaque élément semble avoir une existence à part, que modifient tour à tour des influences spéciales. Il n'existe pas de proportions régulières et constantes dans leur développement, et jusqu'ici, ni par l'étude de la densité, ni par celle du beurre, ou de tout autre élément pris à part, on ne peut donner aucune idée précise de ce qu'on appelle la richesse, ou la bonté du lait. Il faut de toute nécessité recourir à l'analyse complète. Quoi qu'il en soit, M. le docteur Bouchut a présenté à l'Académie des sciences, le 15 octobre 1877, un procédé d'analyse de lait, reposant sur la numération des globules gras. Les globules du lait de femme, dit M. Bouchut, ont un diamètre qui varie entre 1/300 de mil-

limètre et 3/300. Nous pensons que l'écart est souvent plus considérable, et c'est là le point critiquable de la méthode. Faisant lui-même cette critique, M. Bouchut dit : « Si tous les globules de lait étaient d'égale volume, il est évident qu'ils auraient même poids, et que de leur nombre dans 1 millimètre cube, on pourrait arriver d'une façon précise à leur poids et au poids du beurre par litre. Mais il n'en est pas ainsi. Il y a des globules et des globulins. Les gros globules du lait ont 3/300 de diamètre et les petits varient entre 2/300 et 1/300. Il en résulte qu'avec ce volume inégal leur poids de beurre est un peu variable, et cette différence se traduit dans le poids du beurre, calculé d'après le nombre des globules contenus dans un litre. »

Quoi qu'il en soit, M. Bouchut a pensé que la *numération des globules du lait* pouvait être employée comme moyen sérieux d'appréciation des qualités du lait, et il a appliqué à cette numération, en le modifiant, le procédé donné par M. Hayem pour la numération des globules du sang (V. *Sang*). M. Bouchut emploie une cuvette de 1/10 de millimètre, afin de rendre plus rapide l'ascension des globules du lait à la surface du liquide. On prend une goutte de lait de femme, mesurée avec le compte-gouttes gradué de Limousin, on l'introduit dans 100 gouttes d'eau distillée pure, ou mieux, salée au centième; cette addition a pour but d'avoir un liquide à 1,030 de densité, facilitant l'élévation des globules du lait. Cette ascension est plus lente dans l'eau distillée. Alors, une goutte de ce mélange au centième étant placée sous un microscope, dont l'oculaire renferme un quadrillage ayant 1/5 de millimètre de côté, comme celui qui sert aux numérations des globules sanguins, on compte ce qui se trouve compris dans le carré. Supposons, dit M. Bouchut, qu'on y trouve une première fois 94 globules de lait, gros ou petits, il faut changer la préparation de place et compter de nouveau. On doit faire ainsi trois calculs successifs, sur des points différents, et prendre la moyenne de l'addition des trois numérotages. Cette moyenne doit être divisée par 4, puisque, ayant compté dans un quadrillage de 1/5 de millimètre de côté et renfermant quatre côtés et quatre carrés de 1/10, il faut prendre le quart du nombre des globules trouvés, qui représente les globules d'un des quatre carrés, compris dans le quadrillage complet. Quand cette opération est achevée, on multiplie le total par 1,000, qui est cube de 10. Cela est nécessaire parce que la cellule est au dixième. On multiplie ensuite par 100, puisque le titre du liquide est au centième. Supposons, avec M. Bouchut, 292 le nombre des globules trouvés, dans trois calculs différents, faits sur le quadrillé au-dessous duquel se trouve la solution de lait à 1/100, on a : 292 : 3 = 97,030 : 4 = 24,270 × 1000 = 24270 × 100 = 2,427,000. D'après ces calculs, on voit donc qu'il y a dans cet échan-

tillon de lait deux millions quatre cent vingt-sept mille globules, dans 1 millimètre cube.

Pour déduire du nombre des globules la densité du lait et le poids du beurre, M. Bouchnt a fait parallèlement, sur un certain nombre de laits de vache : 1° la numération exacte des globules sur le lait préparé pour le microscope ; 2° la détermination de la densité correspondante du lait ; 3° la détermination chimique, par l'analyse, de la quantité en poids du beurre, contenue dans le lait soumis à l'analyse. C'est en s'appuyant sur ces calculs que M. Bouchut donne un tableau qui permet, étant donné le nombre des globules gras du lait, de déterminer *approximativement* la densité du lait et sa richesse en beurre par litre. Ainsi, un lait de vache renfermant 2,402,500 globules et globulins par millimètre cube donne 300/1000 de beurre pour ce millimètre, et se rapporte à un lait qui, par litre, donnerait 36 grammes de beurre et marquerait 1032 au densimètre.

Dans le lait de femme, qui renferme 1 ou 2 millions de globules par millimètre cube, il y aurait 2 ou 300/1000 de beurre dans ce millimètre, chiffre obtenu par le calcul et sans qu'il soit fait d'analyse (Bouchut). Voici, toutes réserves faites, le tableau des résultats obtenus par l'auteur, en comparant le nombre des globules de lait de vache à la densité de ce liquide et au poids de beurre qu'il contient par 1,000:

| GLOBULES PAR MILLIMÈTRE CUBE. | DENSITÉ. | BEURRE PAR LITRE. |
|---|---|---|
| 1° 1.102.500 | 1,022 | 24 grammes. |
| 2° 1.182.000 | 1,021 | 21 — |
| 3° 1.925.500 | 1,030 | 26 — |
| 4° 2.105.000 | 1,028 | 29 — |
| 5° 2.205.000 | 1,032 | 37 — |
| 6° 2.305.000 | 1,030 | 35 — |
| 7° 2.400 000 | 1,030 | 37 — |
| 8° 2.407.000 | 1,033 | 34 — |
| 9° 2.692.000 | 1,030 | 29 — |
| 10° 3.700.000 | 1,030 | 34 — |

D'après M. Bouchut, si le nombre des globules diminue dans une proportion considérable, la densité s'abaisse dans la même proportion, et la quantité de beurre diminue également. Mais il faut pour cela que la variation du chiffre des globules soit assez forte. De petites différences ne se traduisent pas par des modifications très profondes de la densité et du poids du beurre. On ne peut compter qu'à un ou deux degrés de différence pour la densité, et autant pour la quantité de beurre.

La méthode de M. Bouchut, ainsi qu'il le répète lui-même en différents endroits de son mémoire, n'est qu'approximative.

Avant de quitter ce sujet, nous tenons à relater une observation de Donné, qui peut être utilisée en pratique. Il est des circonstances dans lesquelles le lait est trop riche en corps gras; l'enfant souffre, il digère mal et l'on est tenté de croire que la nourrice est insuffisante et que, par conséquent, il est nécessaire de la remplacer. Dans une circonstance analogue, Donné ayant examiné le lait au microscope, il fut frappé de la prodigieuse quantité des globules ; ils étaient tellement serrés, qu'à peine voyait-on quelques espaces libres entre eux, et partout, sans confusion ni agglomération. M. Donné engagea la mère à continuer de nourrir son enfant, en prenant seulement le soin d'éloigner les heures de l'allaitement, afin de laisser aux digestions le temps de se faire et pour diminuer un peu la consistance du lait par son séjour dans les mamelles; cette simple précaution suffit et remplit le but.

Nous sommes d'avis que le lait n'a pas de qualité occulte, et qu'un bon lait peut convenir à tout enfant; si le contraire paraît être observé, c'est parce que l'accommodation entre certains principes du lait et certains estomacs se fait difficilement; il appartient au médecin d'espacer ou de rapprocher l'heure des tetées, d'augmenter ou de diminuer la quantité de lait que prend l'enfant, car les nouveau-nés font des indigestions aussi bien que les adultes, parce qu'ils prennent trop de nourriture : de là des accidents intestinaux souvent fort graves.

Ces idées ne sont pas partagées par tous les médecins. M. le Dr J. Grangé a publié sur ce sujet un remarquable article dans le *Journal des connaissances médicales pratiques et de pharmacologie*, 1879, intitulé : la Réglementation des tetées.

### § 3. DES ALTÉRATIONS DU LAIT.

Il est un certain nombre de circonstances dans lesquelles les éléments constitutifs du lait peuvent diminuer en quantité. Contrairement à ce que l'on pouvait penser, lorsque le lait séjourne dans la mamelle, ce n'est pas l'élément liquide qui se résorbe, ce sont les éléments solides. Un lait sera d'au-

tant plus pauvre en globules, qu'il y aura eu plus d'espace entre deux tetées. C'est à M. Péligot que l'on doit cette importante remarque.

Des observations nombreuses ont été faites sur les animaux et sur la femme. Donné ayant observé le lait d'une chèvre qui n'avait pas donné à teter depuis seize heures trouva que les globules étaient en masses agglomérées et confuses; le cinquième jour, il y avait dans le lait du trayon gauche] une telle confusion dans les globules, ils étaient, pour ainsi dire, tellement amalgamés ensemble, que l'on pouvait à peine les distinguer. Une ânesse fut soumise à la même expérience; au bout de douze heures de sevrage, il n'y avait que quelques rares agglomérations, les globules étaient généralement réguliers. Au bout de quatre jours, de sevrage la mamelle était engorgée; les globules étaient, pour la plupart, réunis en masses agglomérées et compactes, leurs contours étaient irréguliers; il y avait une si grande quantité de petits globules qu'ils formaient comme une poussière, par laquelle la transparence du liquide était troublée.

Il peut survenir, chez la femme, des circonstances pathologiques, qui réalisent les conditions expérimentales nécessaires à l'altération du lait, par la station prolongée dans la mamelle. En effet, il n'est pas rare, sous des influences diverses, de voir la mamelle s'engorger, devenir dure et tuméfiée. Dans ces conditions, Donné a observé que si, au début, les globules étaient encore réguliers, il y avait cependant quelques agglomérations; traité par l'ammoniaque, le lait ne devenait pas visqueux. Au fur et à mesure que l'inflammation augmentait, les agglomérations de globules se trouvaient en plus grand nombre. Le lait prenait l'aspect légèrement filant avec l'ammoniaque. Chose digne de remarque, Donné a vu reparaître, sous l'influence de l'engorgement du sein, ces corps granuleux, dont nous connaissons maintenant l'origine. Ainsi donc, lorsque l'on observe, dans du lait, l'agglomération des globules laiteux et la présence des corps granuleux, c'est que le lait ou n'est pas de bonne nature, ou n'est pas complètement formé. Cette modification a lieu sous l'influence d'une lésion de la glande, ou par suite d'une altération de la sécrétion

lactée, pouvant dépendre d'un état général mauvais, tel qu'une métro-péritonite, par exemple.

Dans le cas d'inflammation de la glande mammaire, les altérations du lait ne se bornent pas à l'apparition des corps granuleux et à l'agglomération des globules, les leucocytes s'y montrent également, en grande quantité; on a alors du lait purulent.

Le pus sort en même temps que le lait par l'orifice des canaux galactophores; seul, l'examen microscopique peut déceler sa présence d'une façon certaine. Il y a cependant un grand intérêt à reconnaître cette altération du lait, car les hommes les plus familiarisés avec l'hygiène infantile, comme H. Dubois, Depaul, ont reconnu depuis longtemps qu'un lait purulent était préjudiciable aux enfants. Cette remarque est d'autant plus importante, qu'on a l'habitude, comme le dit fort bien Donné, de faire teter le plus possible à l'enfant le sein de la nourrice, quand il y a menace d'inflammation de la glande mammaire.

Il n'y a pas de difficulté à reconnaître au microscope la présence du pus dans le lait. Nous avons donné avec détail l'aspect du globule blanc; ce dernier est insoluble dans l'éther, tandis que les globules du lait s'y dissolvent facilement. Si l'on traite, au contraire, le lait par la soude ou la potasse, en solution, les globules blancs disparaîtront, tandis que les globules de lait resteront intacts.

Non seulement le pus peut apparaître dans le lait, quand un abcès s'étant formé dans la glande mammaire, il a été ouvert par le bistouri du chirurgien; mais on peut encore constater sa présence dans cette sécrétion, avant même qu'il y ait de la fluctuation. La démonstration de cette importante proposition a été faite par Donné; depuis, dans un certain nombre de cas, nous avons pu vérifier son exactitude.

Les choses se passent de la même façon dans le lait des animaux; sous l'influence d'un abcès ou d'une inflammation de la glande mammaire. On peut donc trouver du pus dans du lait de vache, comme on en trouve dans du lait de femme et on le reconnaîtra, aux mêmes caractères que ceux exposés plus haut. Le lait, sous l'influence de l'ammoniaque, se prend en une gelée tenace et visqueuse.

D'une façon générale, on peut dire que chaque fois qu'une nourrice souffre physiquement, son lait subit des altérations plus ou moins profondes, altérations que le seul examen microscopique est souvent impuissant à déceler.

Sous des influences diverses, dont la plus commune est l'existence des crevasses du mamelon, le sang peut apparaître dans le lait, même en quantité considérable. Lorsqu'on abandonne au repos un lait ainsi altéré dans sa composition, les globules sanguins gagnent la partie la plus inférieure du vase. Nous ne reviendrons pas sur les caractères que nous avons donnés des globules sanguins, mais il est fort important d'être familiarisé avec leur recherche. Ainsi que nous l'a appris M. le professeur Depaul, un médecin peut être appelé près d'un enfant qui vient de vomir du lait contenant du sang. L'inquiétude des parents est grande et l'on pourrait être tenté de croire à une ulcération, siégeant dans les premières portions du tube digestif. Lorsque l'on en aura constaté la présence réelle dans les matières vomies, il faudra examiner avec le plus grand soin les mamelons de la nourrice et presque toujours on y trouvera des crevasses, qui, sous l'influence des efforts énergiques de succion de l'enfant, s'ouvrent et laissent échapper du sang.

L'enfant peut parfaitement ne pas vomir du lait mélangé à du sang, mais les matières fécales prennent alors une coloration toute spéciale; elles sont noirâtres et de nature à inquiéter vivement les personnes qui entourent le nouveau-né. Si l'on examine ces matières fécales au microscope, on y apercevra des globules sanguins plus ou moins altérés, qui ont résisté à l'action de la digestion. On peut également, dans la plupart des cas, remonter à l'origine de ce sang, qui provient du sein de la nourrice.

Lorsque le lait a été abandonné au contact de l'air et qu'il s'y est altéré, il peut se développer à sa surface un certain nombre de végétaux inférieurs, parmi lesquels nous citerons le *Penicillium glaucum*.

*Influence du barattage et de l'écrémage sur le lait.* — Quand le lait a été soumis au barattage, même le plus parfait, il reste encore des globules butyreux dans le petit lait. L'analyse

chimique ainsi que l'examen microscopique le prouvent surabondamment. Dans le lait non baratté, les globules se touchent, il n'y a pour ainsi dire pas d'espaces vides, tandis que dans le lait baratté les globules sont moins nombreux.

D'après M. Boussingault, ils sont disposés en groupes isolés, un peu plus volumineux, probablement parce que des globules se sont soudés par l'effet de l'agitation ; mais dans l'état où ils sont, ils résistent à l'agglomération et demeurent en quelque sorte insaisissables. C'est à ces globules butyreux, ajoute le même auteur, que les fromages *maigres* doivent de renfermer une certaine proportion de matière grasse, bien qu'ils soient préparés avec du lait ayant passé par la baratte, ou avec du lait écrémé.

*Lait écrémé.* — Lorsque le lait est laissé au repos pendant vingt-quatre heures à une température de 12 à 15°, la crème monte à sa surface. Plus lente a été l'ascension de la crème, plus l'écrémage est complet, et moins il reste de globules butyreux dans la couche de liquide sous-jacent. Vu au microscope, le lait écrémé ne présente plus qu'une faible quantité de globules butyreux, et se montre d'autant plus appauvri, que l'écrémage a été plus parfait.

*Lait de beurre.* — Lorsqu'on a séparé le beurre de la crème par le barattage, il reste un liquide, dit M. Boussingault, qui a l'apparence du lait normal bien qu'il ne contienne que peu de matière grasse. Au microscope le lait de beurre a de nombreux et de très petits globules ; l'image est confuse, parce que ce lait est assez opaque, à cause de petites particules disséminées dans le liquide et ressemblant à du caséum coagulé. Il serait impossible de confondre l'aspect du lait de beurre avec le lait ; au microscope, on reconnaîtrait si du lait de beurre a été mélangé à du lait écrémé, fraude que l'on a pratiquée quelquefois pour communiquer au lait écrémé, et surtout au lait baratté, l'apparence du lait normal (Boussingault, *Journal de l'Agriculture*, 12 octobre 1872).

### § 4. DU LAIT EN DEHORS DE LA GESTATION ET DE L'ALLAITEMENT.

Si, dans la majorité des cas, la présence du lait dans les seins d'une femme ou d'une jeune fille est l'indice d'un état

de grossesse plus ou moins avancée, ou même d'un accouchement à terme ou non, spontané ou provoqué, plus ou moins récent, il faudrait bien se garder, dans une expertise médico-légale, de conclure par la seule existence du lait dans les seins. Ce serait commettre une grave imprudence ainsi que cela ressort des faits qui suivent.

La glande mammaire, qui existe chez les deux sexes à un état de développement variable, peut entrer en fonctionnement sous les influences les plus diverses. C'est ainsi que chez l'enfant nouveau-né, garçon ou fille, on peut, à un certain moment, faire sourdre de la mamelle du lait jouissant de toutes les propriétés physiques et chimiques de ce liquide, On peut même, dit M. de Sinety, entretenir cette lactation en miniature, en excitant la petite mamelle par une traite répétée. Nous avons eu l'occasion d'observer, dans le service de M. Depaul, des abcès de la mamelle chez des enfants nouveau-nés. Si une petite fille de quelques jours peut avoir du lait dans les mamelles, il est encore des exemples avérés, qui montrent que la sécrétion lactée peut s'obtenir chez une vierge, dans toute l'acception du mot. Nous empruntons les renseignements qui suivent au mémorial de MM. Filhol et Joly. Cardan cite un cas d'infanticide (le véritable auteur est inconnu), dans lequel une jeune fille fut condamnée au dernier supplice, uniquement parce qu'elle avait du lait dans ses mamelles. En revanche, Baudeloque cite le cas d'une petite fille de huit ans, qui ayant appliqué à son sein la bouche d'un très jeune enfant, allaité par sa mère, aurait eu bientôt assez de lait pour le nourrir elle-même pendant un mois. Des jeunes filles, ayant présenté leur sein dans des conditions analogues à de jeunes enfants, ont vu la sécrétion lactée s'établir. Ce fait paraît donc être en dehors de toute contestation. Non seulement la glande mammaire peut fonctionner chez des enfants nouveau-nés, chez des vierges, mais la sécrétion lactée peut être rappelée dans des mamelles depuis longtemps taries. Sous l'influence d'excitants locaux, de fomentations aromatiques ou excitantes, pratiquées dans l'une des îles du Cap-Vert, par exemple, avec les feuilles du *Jatropha Curcas*, on peut, en s'aidant de succions réitérées, rétablir la sécrétion lactée. MM. Filhol et Joly citent l'exemple d'une femme de soixante-quinze ans, qui serait parvenue à allaiter l'enfant de sa fille morte, grâce aux efforts de succion de l'enfant.

Des faits analogues ont été observés chez les animaux. Haller parle, d'après Kerkringius, d'une chienne qui, ayant été tétée par un chat, finit par donner du lait en abondance. Buffon, Filhol et Joly ont vu des chiennes, qui n'avaient jamais subi les approches du mâle, avoir assez de lait pour allaiter plusieurs petits.

Chez l'homme, la sécrétion lactée peut également s'établir, suivant M. de Sinety, à l'époque de la puberté; à cet âge où les seins se développent chez la jeune fille, on observe aussi chez les garçons un gonfle-

ment de la mamelle. Les sujets accusent une sensation de tension et de picotements dans cette région. Quelquefois même, il se fait un écoulement séro-lactescent par les mamelles. Il peut se produire de véritables mammites. Dans une foule d'ouvrages anciens et modernes, on trouve des exemples de sécrétion lactée existant chez des hommes. M. Filhol et M. Joly, dans leur mémoire, donnent un certain nombre d'indications bibliographiques; parmi les auteurs modernes nous citerons : MM. de Humboldt, Schmetzer de Heilbronn, qui eurent l'occasion d'observer, à plusieurs reprises, la sécrétion lactée dans les mamelles d'un jeune soldat de vingt-deux ans. L'analyse chimique de ce lait a été faite. Hall a observé, en 1837, un homme de couleur, âgé de quarante-cinq ans, qui avait une sécrétion lactée abondante. En 1845, Auzias-Turenne a observé à Paris un Arabe, étudiant en médecine, nommé Zuchari-Effendi, qui avait des seins très volumineux, dont on pouvait faire jaillir par la pression un lait très abondant. Les hommes observés avaient des organes génitaux bien développés.

Des faits semblables peuvent être observés chez les animaux; c'est ainsi que depuis Aristote jusqu'à nos jours on a vu des boucs donner du lait en quantité variable. En 1844, Schlonberger a fait l'analyse d'un lait fourni par un bouc. En 1845, il y avait au Jardin des Plantes de Paris un bouc qui fournissait également du lait. Ce bouc a nourri sa propre fille. On cite aussi des béliers et des taureaux, des chiens et des chats qui ont donné du lait (Filhol et Joly).

*De la présence du lait dans le sang des jeunes animaux soumis à l'allaitement.* — A propos de l'injection intraveineuse de lait dans les cas d'hémorrhagie grave, on a soulevé incidemment la question de savoir si, chez les jeunes animaux allaités, une certaine quantité de globules de lait passait directement dans le sang et pouvait y être constatée microscopiquement. L'affirmative a été soutenue à la Société de biologie (février 1879) par le docteur Laborde. Cet expérimentateur habile a exposé devant la Société les faits qu'il croyait devoir confirmer son opinion. M. Laborde avait été frappé de voir que chez des animaux allaités, les globules rouges avaient une apparence finement muriforme, qu'ils perdaient lorsqu'on venait à ajouter à la préparation une certaine quantité d'éther, et il en avait conclu à la fixation directe des globules butyreux par les globules rouges. Outre la précision des observations, ce qui contribuait à rendre plus acceptable l'opinion de M. Laborde, c'est que dans le sérum on voyait nettement de petits corps sphériques réfringents, qu'il considérait comme de fins

globules de lait nageant librement dans le liquide. M. le professeur Ranvier avait déjà émis des doutes touchant l'interprétation des phénomènes observés par M. Laborde ; l'observation directe des faits nous a également conduit à une explication différente. En effet, nous considérons l'aspect particulier des globules rouges, si bien décrits par M. Laborde, comme une altération du globule ; cet état finement et régulièrement muriforme s'observe assez fréquemment, et il suffit, pour le faire disparaître, d'ajouter à la préparation un liquide quelconque, de l'éther ou de l'eau. Quant aux granulations réfringentes, nous les considérons comme étant des corpuscules élémentaires de Zimmermann, que nous avons décrits à l'article *Sang*. Les observations de M. Laborde ont été faites sur de jeunes chiens ; ces observations sont très exactes, mais, comme nous venons de le dire, nous différons d'opinion avec cet observateur au point de vue de leur interprétation.

Nous avons examiné le sang d'un grand nombre d'enfants exclusivement allaités et à des époques plus ou moins éloignées de la tetée ; il ne nous a pas été possible de caractériser, par le microscope, et par l'acide osmique, la présence de globules de lait. Les globules réfringents que l'on trouve dans le sang des enfants nouveau-nés sont des corpuscules de Zimmermann.

Lorsqu'on examine au microscope du sang de chats nouveau-nés, âgés d'un jour, par exemple, on est surpris d'y trouver des myriades de corpuscules brillants et fins, animés du mouvement brownien. Plusieurs auteurs ont cru voir, dans ces petits corps, la preuve du passage du lait dans le sang. Nous ne partageons pas cette opinion, attendu que ces corpuscules infiniment petits diminuent singulièrement de nombre, au fur et à mesure que les petits chats avancent en âge et, comme la quantité de lait absorbée par ces jeunes animaux augmente chaque jour, il devrait en résulter une augmentation parallèle de ces corpuscules, ce qui n'est pas. On n'est du reste pas encore fixé sur la nature de ces corpuscules (1).

(1) M. Hayem a publié une note sur le sang du chat nouveau-né. *Comptes rendus de la Société de biologie*, 13 avril 1878.

§ 5. DU LIQUIDE DES TUBERCULES DE MONTGOMERY.

Ces glandes sébacées se trouvent dans le derme de l'aréole mammaire, en assez grand nombre. Sous l'influence de la grossesse, elles prennent un volume assez considérable. Chez les femmes dont la sécrétion lactée devient très abondante, ces tubercules sécrètent, ou du moins laissent échapper du lait.

§ 6. DU LAIT CHEZ LES ANIMAUX.

Jusqu'ici nous ne connaissons pas de caractères microscopiques qui puissent permettre de différencier le lait des animaux. Les globules sont plus ou moins réguliers, mais cela est très variable.

§ 7. DES COLORATIONS ACCIDENTELLES DU LAIT.

L'une des colorations les plus communes que peut présenter le lait est une sorte de coloration bleue dont la production a été longtemps attribuée à l'influence de l'alimentation (1).

Le lait dans lequel cette coloration se développe ne présente rien de particulier au moment de la traite. Il a sa couleur naturelle et supporte l'ébullition sans se coaguler. Les taches bleues n'apparaissent à la surface du lait qu'au bout de trente à trente-six heures. Quelquefois ce sont d'abord de petites taches bleues isolées au centre. Le plus ordinairement, c'est une bande bleue frangée qui se développe en cercle contre les parois du vase. Souvent même la bande circulaire et les taches internes se produisent en même temps, en sorte que la surface du liquide serait assez bien figurée par la coupe d'un savon de Marseille fortement veiné de bleu, car la coloration bleue est aussi intense que celle de l'indigo ou du bleu de Prusse (Reiset). La coloration peut ne pas se développer davantage et c'est le cas le plus fréquent ; mais parfois cepen-

(1) Voir Bourquelot, *Sur le microbe du lait bleu. Revue scientifique*, 1884, n° 33, p 427.

dant elle s'étend ; les taches augmentent en nombre et en dimension et il peut arriver que la surface entière du lait, qui est alors la surface de la crème, soit envahie. En profondeur il y a tout autant de variations. Ainsi on voit quelquefois tout le lait d'un vase devenir uniformément bleu ; mais cela est assez rare. Généralement la coloration se borne à la crème ou atteint seulement le petit lait compris entre la crème et le lait coagulé, ou encore pénètre de quelques millimètres dans celui-ci.

Le développement de cette coloration peut être provoqué dans une grande masse de lait frais par addition d'une seule goutte de lait bleu. Ce fait ainsi que des observations directes ont démontré que l'altération du lait bleu est due au *Bacterium cyanogenum*, dont il a été question page 290.

### § 8. EXAMEN MICROSCOPIQUE DE LA CASÉINE.

La caséine liquide, disent MM. Filhol et Joly (p. 96, *loc. cit.*), lorsqu'elle est parfaitement dissoute dans le sérum filtré, présente au microscope l'aspect d'un liquide homogène et limpide. Mais, dès que la coagulation commence, sous l'influence de la présure, de l'alcool, de l'éther ou d'un acide très affaibli, on voit se former instantanément, sur le porte-objet du microscope, une innombrable quantité de granules excessivement fins et mesurant à peine 1/100 de millimètre. Ces granules, d'abord isolés et libres, ne tardent pas à se grouper, de manière à donner naissance à des membranes également granulées et comme finement ponctuées à leur surface. Ces membranes pointillées finissent bientôt par se réunir et de cette réunion résulte une membrane totale, plus ou moins mince, légèrement jaunâtre et plus ou moins transparente, suivant la quantité de sérum filtré que l'on a employé. Il arrive quelquefois que des globules butyreux ont passé à travers le filtre avec le sérum chargé de caséine ; alors on voit ces globules, d'abord mobiles dans le liquide, devenir complètement immobiles dans la masse, dès qu'elle s'est coagulée.

On retrouverait quelquefois, dans les matières fécales des enfants, de la caséine qui aurait résisté à l'action de la digestion.

§ 9. CORPS ÉTRANGERS DU LAIT.

Lorsqu'on recueille directement le lait à la mamelle, on peut y trouver une foule de corps étrangers, surtout chez les femmes qui ne prennent pas de soins fréquents de propreté. A la fin de la grossesse, le lait coule en plus ou moins grande

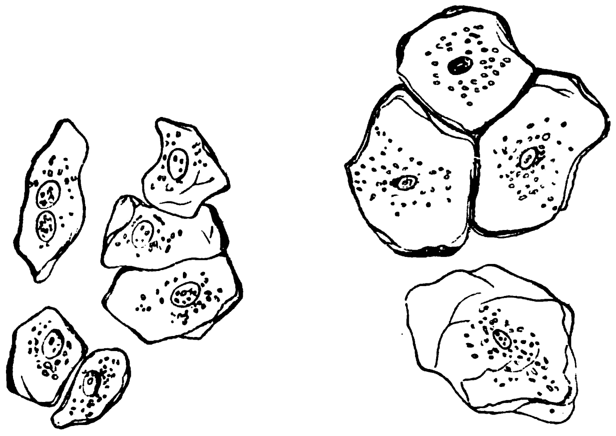


Fig. 367. — Cellules épithéliales de la cavité buccale de l'homme. Grossissement 350 D. (Kölliker.)

abondance, se dessèche à la surface du mamelon, et subit sur place une sorte de fermentation. Grâce aux conditions favorables de chaleur et d'humidité, il se produit à la surface du mamelon des végétations qui peuvent se trouver mêlées accidentellement au lait.

Lorsqu'une nourrice donne à teter à un enfant atteint de muguet, il reste sur le mamelon des fragments du parasite végétal, et dans les services hospitaliers, où une même nourrice allaite plusieurs enfants, le mamelon sert de moyen de propagation à la maladie.

On trouve fréquemment, dans le lait des nourrices, des cellules épithéliales provenant de la bouche des enfants. Ces cellules se détachent facilement pendant les efforts de succion. Lorsque la mamelle est engorgée, on rencontre également des groupes de cellules provenant des canaux galactophores.

### § 10. SUCRE DE LAIT.

Nous nous bornerons à donner la forme cristalline, renvoyant aux traités spéciaux de chimie pour ses principales propriétés. Il cristallise sous la forme de prismes à quatre pans, et plus fréquemment, sous l'aspect de prismes rhom-

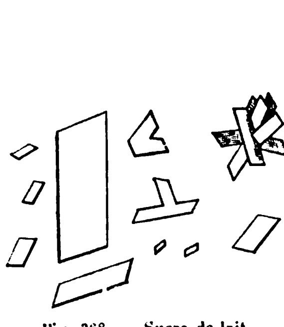


Fig. 368. — Sucre de lait.

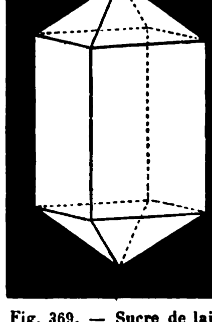


Fig. 369. — Sucre de lait.

boïdaux droits, terminés par des sommets à quatre faces. Ces cristaux sont assez peu solubles dans l'eau froide et insolubles dans l'alcool et dans l'éther.

### § 11. DU BEURRE ET DE SES FALSIFICATIONS.

Le beurre est le résultat du barattage du lait, qui a pour effet de rapprocher les globules butyreux et de permettre leur séparation des autres éléments. Dans le cours de cette étude nous emprunterons plus d'un renseignement à la monographie de M. Husson (1). Parmi les substances que l'on peut introduire frauduleusement dans le beurre, nous citerons la *caséine*. Nous savons, par ce qui précède, que le beurre doit toujours contenir une faible proportion de caséine, puisque celle-ci se coagule autour des globules gras ; mais on peut ajouter fraudu-

(1) *Le lait, la crème et le beurre*. Paris, chez Asselin.

leusement jusqu'à 20 p. 100 (Husson) de caséine dans le beurre. Il suffit de faire chauffer le beurre au bain-marie, la caséine se dépose. S'il restait des doutes, l'examen microscopique les lèverait immédiatement.

Il est des falsifications plus rares, mais qui ont été signalées. On a parfois ajouté au beurre des fécules diverses. Une simple préparation microscopique permettra de reconnaître cette fraude grossière. On a introduit dans le beurre du plâtre,

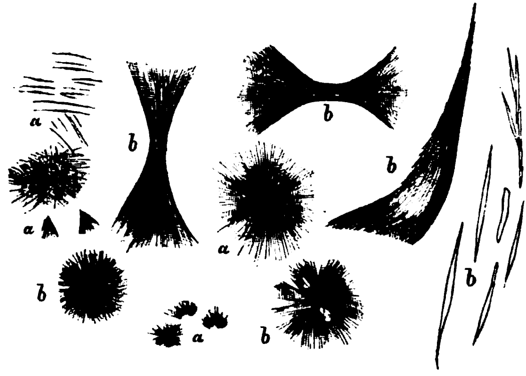



Fig. 370. — Stéarine. — *a, a, a*. Aiguilles isolées ou groupées, retirées de la graisse humaine. — *b, b, b*, Aiguilles isolées ou groupées, extraites de la graisse de mouton.

de la craie, de la céruse, ou du sulfate de baryte. L'examen microscopique seul serait impuissant à faire reconnaître cette fraude, mais grâce aux réactifs on pourrait déterminer la nature de ces corpuscules inorganiques. Pour déterminer la séparation de ces différents éléments, il suffira, comme le conseille M. Husson, de faire fondre le beurre au bain-marie, avec son poids d'eau.

Une fraude beaucoup plus répandue consiste dans l'addition au beurre de corps gras provenant de différents animaux.

De nombreux procédés ont été donnés pour rechercher cette fraude qui est très usitée. La plupart de ces méthodes rentrant dans le domaine de la chimie, nous ne pouvons que renvoyer aux traités spéciaux, pour les faire connaître. Nous nous bornerons à donner les procédés de recherche, dans lesquels le microscope joue le principal rôle. Depuis un certain

nombre d'années, les élèves du laboratoire de micrographie de l'École de pharmacie, ont été familiarisés avec ces différentes manipulations. Lorsqu'on examine du beurre frais au microscope, on ne voit que des globules gras; il n'y a ni cristaux ni tissu conjonctif. Toutefois il est important de faire une remarque, c'est que le beurre, même exempt de toute adultération, peut avoir été fondu accidentellement, en tout ou en partie; dans ce cas, on pourra voir des cristaux de margarine, mais ceux-ci ont une forme spéciale.

Dans le cas où le beurre a été adultéré par l'addition de suif fondu, on trouve des cristaux de stéarine parfaitement déterminés; de plus, si on dissout le beurre dans de l'éther ou du sulfure de carbone, le dépôt examiné au microscope laissera voir des débris de tissu conjonctif et de vésicules adipeuses vides, ou encore à moitié remplies. Avec le suif de veau (Husson), les cristaux aiguillés de stéarine n'ont pas la même netteté. De plus, on observe quelques cristaux de margarine sous forme de petits plumasseaux isolés ou pris dans les globules gras.

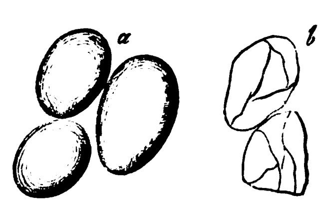



Fig. 371. — Cellules adipeuses normales de la mamelle (grossies 350 fois). — *a*. Sans réactifs. — *b*. Traitées par l'éther qui a enlevé la graisse et laisse seulement l'enveloppe mince et plissée.

Il est très important de se familiariser avec les formes cristallines de la stéarine que l'on peut préparer, en traitant par l'éther de la graisse humaine ou de la graisse de mouton. Nous en dirons autant pour les débris de vésicules adipeuses, que l'on peut étudier en examinant au microscope du tissu cellulo-adipeux du mouton, du veau ou de l'homme.

Le beurre préparé d'une façon normale ne doit pas contenir de cristaux de stéarine. Le beurre frais qui a subi la fusion montre de longues aiguilles flexueuses et fines de margarine, réunies en faisceaux. Si le beurre a subi l'action d'une température assez élevée, les cristaux de margarine ne sont plus courts et groupés autour d'un point central.

Le beurre artificiel de Mouriès, ou margarine Mouriès, est, comme on le pense bien, très riche en cristaux de mar-

garine. Mais ces cristaux sont coupés et souvent englobés dans de la matière grasse. On voit de nombreux globules, gros, ovoïdes, qui semblent fendillés à leur surface par des aiguilles cristallines. La stéarine a été séparée de la margarine, pendant les divers traitements que l'on a fait subir à la graisse de bœuf, qui sert à la préparation de ce produit alimentaire. La méthode de séparation est basée sur la différence des points de fusion de la stéarine ou de la margarine.

Voici les caractères donnés par M. Husson, pour ce qui regarde les fragments des tissus végétaux et animaux, ainsi que les débris de matière colorante que l'on peut reconnaître au microscope : « Le curcuma se présente sous forme de petites masses finement granulées, souvent ovoïdes et ayant une teinte d'un jaune roux. Cette couleur se fonce et brunit en présence d'un peu d'alcool. Les débris de safran se montrent sous l'aspect de fibres et de cellules végétales, toutes teintes en jaune, couleur que l'on vôit passer au bleu et au violet sous l'influence de l'acide sulfurique. Le rocou apparaît sous forme de plaques d'un jaune roux, remplies de sortes de rognons ou noyaux plus foncés (Husson). L'emploi du jus de carotte laisse des traces caractéristiques : outre les cellules végétales, on remarque une masse de fragments ayant l'aspect d'aiguilles brisées d'un rouge carotte.

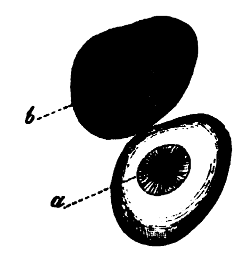



Fig. 372. — Cellules graisseuses renfermant des cristaux de margarine (grossies 350 fois). — *a*. Cellule qui contient une étoile formée d'aiguilles cristallisées, comme on en trouve quelquefois dans la graisse normale. — *b*. Cellule entièrement remplie de cristaux, prise dans un lobule graisseux blanc, d'un individu émacié.

Dans le cas où l'on serait chargé d'une expertise, il ne faudrait pas se contenter d'un simple examen microscopique, bien que la présence, constatée d'une façon certaine, de débris de cellules adipeuses ou de cellules entières, soit l'indice d'une adultération du beurre, il faudra recourir aux procédés chimiques. On trouvera le détail de ces procédés dans les traités spéciaux et en particulier dans celui de M. Husson. Cet auteur résume ainsi la marche qu'il conseille de suivre :

On prend un poids déterminé de beurre, que l'on traite par un mélange à parties égales d'éther à 66 et d'alcool à 90, dans les proportions de 10 p. 100. On opère la dissolution en plaçant le mélange dans un bain-marie, à la température de 35° à 40°, puis on laisse refroidir jusqu'à 18°. Au bout de 24 heures, le beurre naturel doit laisser un dépôt de margarine pure, qui, desséché, ne devra pas être supérieur à 40 p. 100, ni inférieur à 35. Une augmentation dans ces chiffres serait un indice certain de falsification, à l'aide de suif de bœuf, de veau ou de




Fig. 373. — Cristaux de margarine du beurre frais, d'après Husson (1).

mouton ; une diminution, au contraire, indiquerait un mélange de margarine Mouriès, d'axonge ou de graisse d'oie. L'observation microscopique indiquera quelle est la matière grasse employée pour cette fraude (Husson, p. 214, *loc. cit.*).

D'après M. Husson, dans ces conditions, l'axonge abandonnerait des cellules polyédriques, globules gras à demi figés et comprimés, ce qui leur donne l'aspect de paillettes, au milieu desquelles on remarque quelques cristaux très petits de mar-

(1) Lorsque le beurre a subi la fusion à une chaleur assez forte, les aiguilles de margarine diminuent de longueur et se présentent avec la forme figurée en B, fig. 367.

garine. Quand le saindoux a été mal préparé, on voit des débris de cellules adipeuses.

La graisse d'oie offrirait des caractères à peu près analogues. C'est ainsi que l'on observerait des plaques carrées ou rectangulaires très petites et brillantes, au milieu desquelles on voit de petits faisceaux de margarine cristallisée.

Dans une récente communication faite à la Société de pharmacie (3 août 1887), M. Colin insiste sur la manière de reconnaître au microscope le beurre pur et les produits vendus sous les noms de *margarine danks*, *graisse alimentaire*. Les dépôts abandonnés par ces diverses substances soumises à une douce chaleur sont très caractéristiques. Le beurre n'abandonne qu'une faible quantité de matière pulvérulente, amorphe ; la margarine et la graisse alimentaire laissent déposer une quantité considérable de longs filaments, qui ne sont que des débris du tissu conjonctif qui entoure les cellules adipeuses. Leur présence dans le beurre est un excellent indice de l'adultération de ce produit par la margarine.



Fig. 374. — Margarine. — *a*, *b*. Margarine pure. — *c*, *d*, *h*, *i*. Cristaux isolés. — *f*, *e*, *g*. Cristaux contenus dans des vésicules adipeuses.

§ 12. ADULTÉRATION DES FROMAGES.

Nous serons très concis sur ce sujet : on sait que les fromages, dont les modes de fabrication sont très variés, sont constitués, d'une façon générale, par la coagulation de la caséine du lait. Celle-ci entraîne les principes albuminoïdes, les matières grasses, de la lactose et des sels. On trouvera dans l'ouvrage de M. Husson des renseignements très intéres-

sants sur la fabrication des fromages. Quelquefois on introduit dans le fromage blanc, dans un but de fraude, de la fécule. Il suffit, pour découvrir cette tromperie, de délayer le fromage dans un peu d'eau et d'examiner le dépôt au microscope. On trouvera des grains d'amidon plus ou moins altérés, mais grâce à la teinture d'iode, on sera bientôt fixé sur leur véritable nature. A la surface des fromages qui ont subi la fermentation, on constate souvent, d'après M. Robin, la présence de mycélium et parfois de spores des genres *Penicillium* et *Mucor*. Ceux qui sont envahis par les moisissures qui les colorent en vert présentent en outre des réceptacles et un grand nombre de spores. Dans le fromage de Roquefort, ce sont celles du *Penicillium glaucum*. La réaction des fromages ainsi envahis est alcaline.

A la surface et parfois dans l'intérieur des fromages secs, on peut trouver, d'après les observations de M. Robin, une quantité plus ou moins grande de *Tyroglyphus ciro* et *longior*, seuls ou réunis, qui en réduisent la croûte en poussière. On retrouve dans cette poussière les excréments, les œufs et les enveloppes, ainsi que des acariens à différents états de développement.

§ 13. TACHES FORMÉES PAR DU FROMAGE BLANC (V. Gosse, *loc. cit.*, ainsi que Briand et Chaudé).

Les taches formées par du fromage blanc ont des caractères faciles à reconnaître. Elles varient de couleur suivant leur ancienneté ; généralement, elles sont d'un blanc sale, mais elles peuvent être, surtout sur les bords, colorées en gris-jaunâtre. Elles ne donnent pas de résistance aux tissus. Par l'influence de la chaleur, elles se ramollissent et laissent plus facilement passer les rayons lumineux. Si on examine de semblables taches, on ne tardera pas à y constater la présence de globules de lait agglomérés et déformés ; ils peuvent avoir perdu leur forme sphérique ; ils sont ternes et contiennent parfois de petits cristaux dans leur intérieur. Ils sont emprisonnés dans des masses de caséum de volume variable, demi-transparentes et irrégulièrement granuleuses.

L'éther dissoudra facilement les globules de lait.

Les algues se développent avec la plus grande facilité à la surface des taches formées par le fromage blanc. Elles seront déterminées à l'aide des caractères donnés dans la première partie de ce manuel.

---

# CHAPITRE XVII

## DU SPERME.

### § 1er.

Le sperme éjaculé est un liquide complexe, dont les éléments constituants ont une origine différente; il est opalin, blanchâtre et visqueux, il a une odeur spéciale; produit par l'organe mâle, il a pour but la fécondation de l'ovule.

Le testicule ne fournit pas le sperme tel que nous le connaissons; il donne seulement naissance au spermatozoïde qui sera étudié ci après. Observé dans le testicule même, le sperme est épais et concret, d'un blanc mat. Cette matière est constituée, au moins pour les neuf dixièmes, par des spermatozoïdes (Robin); parmi ceux-ci, on en voit qui sont encore contenus dans les *cellules embryonnaires mâles*, ou qui en sont incomplètement sortis. Chez un certain nombre d'animaux, le sperme est porté, sans mélange d'autre liquide, dans l'organe femelle.

Au produit du testicule s'ajoutent des liquides, dans lesquels vivent les spermatozoïdes. Près des vésicules séminales, au bas du canal déférent, le sperme reçoit le liquide fourni par les follicules. Ce liquide brunâtre ou gris-jaunâtre, plus ou moins foncé, contient, d'après M. Robin: 1° un sérum; 2° des cellules épithéliales prismatiques et des épithéliums nucléaires ovoïdes; 3° des granulations arrondies ou polyédriques irrégulières, réfractant fortement la lumière, à centre brillant et à contour brunâtre foncé. Dès le moment où cette

liqueur est mêlée aux spermatozoïdes, le sperme perd sa coloration crémeuse et devient gris-brunâtre; on trouve parfois dans le sperme des cellules épithéliales cylindriques, munies de très longs cils vibratiles ; elles proviennent de l'épididyme.

Dans les vésicules séminales, s'ajoute au sperme un nouveau liquide produit par les parois des vésicules séminales. Cette humeur, dit M. Ch. Robin, relativement abondante, est d'une couleur légèrement grisâtre, mais sans coloration brune. Elle constitue presque uniquement le produit de l'éjaculation dans les coïts très rapprochés, avec le liquide prostatique. Le liquide des vésicules séminales renferme des cellules épithéliales prismatiques et des épithéliums nucléaires en petite quantité (Ch. Robin). Lorsque le sperme a séjourné pendant plusieurs jours dans les vésicules spermatiques, il s'y forme de petites concrétions particulières auxquelles M. Robin a donné le nom de *sympexions*. Ces concrétions sont formées par des matières azotées, et jaunissent par la teinture d'iode; elles englobent dans leur épaisseur les spermatozoïdes qui restent immobiles, à peu près comme dans de la glace (Robin).

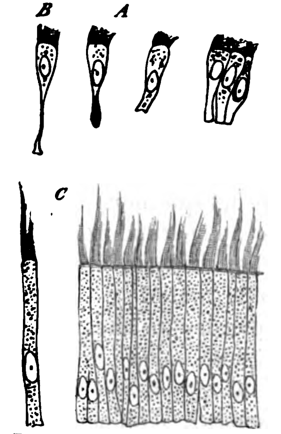


Fig. 375. — Cellules épithéliales vibratiles de l'épididyme d'un suicidé (grossissement de 100 diamètres). — A. Des vaisseaux efférents. — B. Des cônes séminifères. — C. De l'épididyme proprement dit (Kölliker).

L'acide acétique gonfle et rend transparents les sympexions. Il met en liberté les spermatozoïdes, les globules blancs et les globules graisseux qu'il tient emprisonnés. Dans un cas cité par Reliquet (*Gazette des hôpitaux*, 1874), il s'était développé un si grand nombre de sympexions dans les vésicules séminales, qu'ils avaient déterminé une oblitération des canaux éjaculateurs.

Lorsqu'il n'y a pas eu d'éjaculation depuis longtemps, les sympexions peuvent devenir brunâtres ou rosés; dans les mêmes circonstances, le sperme peut également prendre une coloration rosée. Cela tient, dit M. Robin, à ce que sous l'in-

fluence du séjour prolongé du sperme dans les vésicules séminales, de petites hémorrhagies ont lieu dans celles-ci. Donc, lorsqu'on trouve des globules rouges dans le sperme, il ne faut pas toujours en tirer de conséquence alarmante. On rencontre quelquefois dans le sperme de l'hématoïdine en grains amorphes. Les hématies seraient surtout fréquentes dans le sperme des vieillards. Il se forme également dans les vésicules séminales de petites concrétions formées de phosphate, de carbonate de chaux et de matière animale.

Lors de l'éjaculation, le sperme reçoit encore d'autres humeurs; tel est le liquide prostatique, fourni en grande quantité au moment de l'éjaculation. Le liquide produit par la prostate est alcalin, d'un blanc crémeux, un peu jaunâtre, plus ou moins foncé suivant les sujets. *C'est lui qui restitue au sperme, au moment de l'éjaculation, sa coloration blanche, lactescente, opaline, qu'il n'avait plus dans les vésicules séminales* (Robin). Le liquide prostatique ne renferme pas de leucocytes; il contient des granules moléculaires, de fines granulations grisâtres; c'est à ces éléments qu'il doit sa coloration blanche. Les canaux excréteurs de la prostate sont revêtus d'un épithélium à cils vibratiles; ces cellules sont quelquefois expulsées avec le sperme. Il se forme fréquemment dans la prostate de petits calculs, sur lesquels nous insisterons peu, parce qu'ils n'ont jamais été observés dans le sperme. M. Robin en a donné une description très détaillée. La forme de ces petits calculs est extrêmement variable; leur coloration est jaune d'ambre plus ou moins foncé. Quelquefois ils sont tellement colorés, qu'on les a comparés soit à des grains de tabac, soit à des fragments de café torréfié et moulu. Observés au microscope, ils ont une coloration rougeâtre, ce qui autorise à croire qu'ils dérivent des matières colorantes du sang. Ces concrétions ont une structure tout à fait spéciale; elles sont formées de couches concentriques régulièrement disposées, tantôt minces, tantôt épaisses, alternées; généralement les plus minces sont les plus extérieures. Traitées par l'acide acétique ou par l'a-

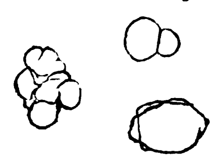


Fig. 376. — Sympexions provenant du liquide des vésicules séminales. Grossissement de 205 diamètres (G. Pouchet).

cide chlorhydrique, elles ne font que devenir un peu plus pâles, sans qu'il y ait dégagement de gaz. Ce dernier acide les gonfle et les ramollit. Quand elles sont devenues opaques, ces acides dégagent des bulles gazeuses. La teinture d'iode les colore en brun rougeâtre ou brun jaunâtre. Elles brûlent sans laisser de résidu appréciable (Ch. Robin).

Un peu avant l'éjaculation, les glandes de *Méry* ou de *Cooper* fournissent également une liqueur qui se mélange au sperme. Ce liquide est sécrété pendant l'érection; il est hyalin, filant et visqueux et communique les mêmes caractères au sperme. Il ne renferme aucun élément anatomique. Ce fait, sur lequel insiste justement M. Robin, doit être retenu, parce que le liquide des glandes bulbo-uréthrales peut être pris pour du sperme, soit par des malades, surtout des hypocondriaques, soit même par le médecin. L'examen microscopique du liquide permettra de rassurer les malades. Le mucus du canal de l'urèthre, *ou des glandes de Littré*, est également entraîné par le sperme, au moment de l'éjaculation; il renferme quelques cellules épithéliales pavimenteuses ou polyédriques, provenant du canal de l'urèthre. Il se rencontre parfois dans le sperme éjaculé, sous forme de filaments finement striés, se gonflant lentement dans l'eau sans s'y dissoudre. Ces flocons ou filaments de mucosine ont été quelquefois considérés à tort comme de la fibrine (Ch. Robin).

Maintenant que nous avons énuméré les éléments secondaires qui constituent le liquide spermatique, nous allons revenir avec détails sur l'élément le plus important, celui sans lequel il n'y a pas de sperme, dans le sens physiologique du mot, c'est-à-dire le spermatozoïde.

La découverte des spermatozoïdes est due à Leeuwenhoek (1). Mais ce n'est que depuis une quarantaine d'années que leur existence dans le sperme a été généralement admise.

(1) D'après le Dr Gosse, les spermatozoïdes auraient été découverts, en 1677, par Louis Hammon, étudiant de Dantzig, et dans la même année, ainsi que dans l'année suivante, décrits par Leeuwenhoek. Baudrimont, dans sa thèse de concours, p. 19, dit que c'est à Hartœker que l'on devrait cette découverte, qu'il aurait faite en 1655. L'auteur n'a pas pu vérifier le fait.

C'est ainsi qu'en 1833, de Blainville, dans son cours de physiologie professé au Muséum, niait énergiquement l'existence des spermatozoïdes. De Blainville admettait bien, dans le liquide spermatique, l'existence de petites masses gélatiniformes, plus ou moins arrondies, ovales, et ayant une partie prolongée en forme de queue, « semblables en un mot aux dessins que Buffon et d'autres observateurs nous ont donnés des prétendus animalcules spermatiques; » mais pour lui, la forme ovalaire des petites masses dépendait de la manière dont elles étaient éclairées. Quant à la queue, elle était formée par la matière glutineuse et visqueuse du sperme, adhérant fortement à la petite masse arrondie, cherchant en un mot à la retenir. L'appendice caudal du spermatozoïde résultait donc uniquement du contact de deux matières de densité différente. De Blainville termine sa démonstration en disant : « Mais c'est assez nous arrêter à une *illusion d'optique*, qui a malheureusement séduit un grand nombre de personnes, depuis Leeuwenhoek, l'un de ses premiers fauteurs, jusqu'à MM. Prévost et Dumas, qui, dans ces derniers temps encore, ont soutenu l'existence des animalcules spermatiques. »

Cet exemple montre bien que si les observations positives ont parfois grand mal à faire leur chemin, elles finissent toujours par s'imposer, en dépit des obstacles.

Les spermatozoïdes sont des éléments anatomiques doués de mouvements ondulatoires; ils sont libres, dépourvus de noyaux, incapables de se reproduire, triple caractère qu'ils partagent avec les hématies (G. Pouchet). On a l'habitude de considérer les spermatozoïdes de l'homme comme constitués par deux parties distinctes : une tête ou disque, un appendice filiforme ou queue. Leur longueur totale est de 50 μ, la tête seule mesure environ 5 μ sur 4 μ de large, elle a de 1 à 2 μ d'épaisseur. D'après M. G. Pouchet, auquel nous empruntons cette description et la figure ci-contre, la tête du spermatozoïde serait légèrement déprimée. C'est ainsi que, vue de profil, elle offre l'aspect qui est représenté sur la figure et semble être aplatie verticalement. Les spermatozoïdes, dit M. Pouchet, ont une symétrie bilatérale manifeste; une des faces est un peu bombée, l'autre est excavée, mais seulement en avant; pour la

même raison, le spermatozoïde, vu en dessus, est transparent à la partie antérieure et un peu plus foncé en arrière (*Précis d'histologie humaine*, p. 727). L'appendice filiforme ne serait pas davantage exactement implanté sur le bord de la tête; son point d'attache est légèrement reporté vers la face excavée du disque « un peu à la manière du manche d'une cuiller. » Il semblerait de plus, dit M. Pouchet, qu'on distinguerait une sorte d'articulation qui unirait les deux parties du spermatozoïde, au delà de laquelle la queue se renfle un peu. Les contours de celle-ci ne sont pas toujours aussi nets vers son origine qu'à son extrémité effilée; elle est souvent environnée, au voisinage de la tête, d'une sorte de frange irrégulière (V. fig. 370) qui paraît être un débris du corps cellulaire, aux dépens duquel s'est formé le spermatozoïde.

La queue mesure à l'origine moins de 1 μ de diamètre et va en s'amincissant progressivement jusqu'à son extrémité : c'est assurément, dit M. G. Pouchet, de toutes les parties de l'organisme humain, même de tout le monde microscopique, un des objets les plus ténus qu'il soit donné à l'homme de contempler.



Fig. 376 *bis*. — Spermatozoïdes de l'homme.

Godard, qui a examiné le sperme d'un grand nombre d'individus, a observé dans quelques cas des spermatozoïdes très petits, parfaitement formés et doués de mouvements très vifs et rapides; la vitalité de ces spermatozoïdes paraissait être plus énergique et d'une plus longue durée.

Les spermatozoïdes sont animés d'un mouvement de progression assez rapide, qui est le résultat d'une ondulation totale, dans laquelle la tête se déjette alternativement à droite puis à gauche. La rapidité du mouvement de translation des spermatozoïdes a été évaluée à 60 μ par seconde, c'est-à-dire qu'en une seconde ils parcourent une partie de l'espace à peu près égale à leur propre longueur. Ce mouvement de propulsion est suffisamment énergique pour faire cheminer le spermatozoïde à travers un liquide visqueux et pour lui permettre d'écarter de sa route des cristaux beaucoup plus volumineux

que lui, qui se sont déposés par suite de la concentration du sperme par évaporation.

M. G. Pouchet (*loc. cit.*) a fait à propos des spermatozoïdes une remarque d'un grand intérêt. Laissant de côté toutes les théories qui ont été émises sur la nature du spermatozoïde, théories qui, à l'heure actuelle, n'ont pas un fondement scientifique bien solide, ce savant anatomiste appelle l'attention sur la symétrie bilatérale du spermatozoïde, caractère qui ne se retrouve pas dans les autres éléments anatomiques, lesquels sont tous, si on les suppose ramenés à leur forme normale, des solides de révolution. Les spermatozoïdes seuls font exception à cette règle, aussi bien ceux de l'homme que ceux des autres mammifères, tels que les rongeurs, où la forme symétrique de chaque côté d'un plan médian est encore plus accusée (G. Pouchet, *loc. cit.*, p. 729).

*Développement des spermatozoïdes.* — Nous serons brefs sur le développement des spermatozoïdes, que nous ne pouvons passer sous silence, en raison des débris de cellules qu'ils emportent parfois. Différentes théories ont été données sur le mode de développement des spermatozoïdes. Les explications de Kœlliker ne sont plus généralement admises, les renseignements qui suivent sont empruntés à l'ouvrage de G. Pouchet et Tourneux. L'étude du développement des spermatozoïdes est difficile à faire chez l'homme, parce qu'on peut difficilement se procurer des testicules frais, aussi les auteurs ont-ils fait porter leurs recherches sur le testicule du rat, qui présente des avantages particuliers. La longueur du spermatozoïde chez cet animal est de 144 μ (Neumann). Les éléments anatomiques qui donnent naissance aux spermatozoïdes ont reçu le nom de *spermatoblastes.* On les rencontre dans les canalicules spermatiques, avec les *cellules testiculaires.* « Les spermatoblastes sont des éléments allongés dans leur forme générale, reposant directement sur la paroi propre des canalicules. L'ensemble des bases de ces cellules, vues à travers la paroi du canalicule, figure une sorte de mosaïque régulière composée de pièces polygonales à cinq ou six faces. Chaque spermatoblaste offre dans cette base un noyau ovoïde, clair, nucléolé, mesurant de 15 à 18 μ de diamètre. Au-dessus de la base, le corps de la cellule se rétrécit subitement, il présente à sa surface des dépressions séparées par des crêtes et qui répondent aux cellules testiculaires, au milieu desquelles est enchâssé le spermatoblaste; puis il se termine par une extrémité plus ou moins irrégulièrement découpée et rameuse, tournée vers l'axe du canalicule. »

Les *cellules testiculaires* présentent moins d'intérêt pour nous, parce qu'on n'est pas encore bien fixé sur les rapports de ces cellules avec

les spermatoblastes. Ce sont des éléments sphériques ou légèrement polyédriques; ils entourent les spermatoblastes et leurs prolongements, qu'ils dépassent parfois du côté de la cavité du conduit. Ils se logent dans les excavations de la partie moyenne des spermatoblastes, et possèdent de un à deux noyaux. Il ne faut pas confondre ces cellules avec les cellules volumineuses que l'on peut trouver à la surface du revêtement cellulaire des canalicules spermatiques, et qui renferment de huit à vingt petites vésicules claires, décrites sous le nom d'ovules mâles par Ch. Robin, de cellules mères par quelques auteurs; leur rôle physiologique est encore obscur (G. Pouchet et Tourneux).

Revenons aux spermatoblastes : à un certain moment, l'extrémité rameuse du spermatoblaste qui, nous l'avons vu plus haut, est tournée vers l'axe du canalicule spermatique, se renfle; chacun de ses prolongements prend une forme ovoïde et devient le centre de formation d'un spermatozoïde. Bientôt on distingue, appliquée contre chacun de ces prolongements, la queue d'un spermatozoïde, qui en dépasse l'extrémité et flotte dans la cavité centrale du canalicule spermatique. La tête est encore indistincte, elle se forme dans l'intérieur même du spermatoblaste, au niveau de l'étranglement qui sépare la base du spermatoblaste de ses prolongements. A mesure que le spermatozoïde, toujours adhérent par la région qui répondra à sa tête, se développe, il entraîne avec lui le bourgeon dont il procède; puis la tête se détache à son tour du spermatoblaste, et le spermatozoïde devient libre, emportant ce qui reste encore du bourgeon aux dépens duquel il s'est développé. C'est ce résidu qui adhère à la queue du spermatozoïde et qui a été représenté sur la figure empruntée à l'ouvrage de MM. Pouchet et Tourneux (fig. 351). Ce reste de bourgeon finit par disparaître. On peut le considérer, comme le dit d'une façon si originale M. Pouchet, comme un viatique, que le spermatozoïde emporte avec lui et qu'il absorbe progressivement dans les premiers temps de sa vie indépendante. Ce résidu est toujours limité par un trait aussi nettement accentué que le spermatozoïde lui-même;

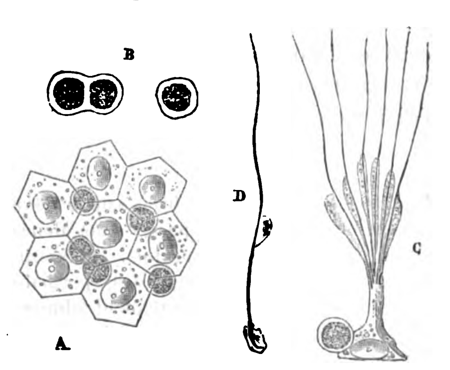



Fig. 377. — Éléments des canalicules séminifères du rat après macération dans la liqueur de Müller. — A. Mosaïque formée par la base des spermatoblastes (Gross. 250/1). — B. Cellules testiculaires, une d'elles a deux noyaux. — C. Spermatoblaste présentant contre sa base une cellule testiculaire. — D. Spermatozoïde récemment détaché (à un grossissement plus fort), avec un fragment du corps du spermatoblaste adhérent à la tête.

au contraire, les fragments du spermatoblaste qui peuvent rester adhérents soit à la tête, soit à l'extrémité de la queue du spermatozoïde, se présentent sous l'aspect d'un léger voile granuleux.

Il peut arriver que les prolongements du spermatoblaste ou bourgeon ne produisent pas de spermatozoïdes; alors ils se développent d'une façon considérable, se renflent à leur extrémité, prennent un aspect pyriforme, et finalement se détachent des spermatoblastes. Ils sont formés d'une substance hyaline qui est colorée uniformément dans toutes ses parties par le carmin (Pouchet et Tourneux, *loc. cit.*, p. 730) (1).

Les détails qui précèdent étaient absolument nécessaires pour faire bien comprendre les particularités de forme que peuvent présenter les spermatozoïdes quand on les observe encore adhérents au bourgeon du spermatoblaste ou ayant entraîné un ou plusieurs fragments de cette cellule (2).

Quand on examine du sperme éjaculé depuis un certain temps, on observe qu'il renferme des cristaux de teinte ambrée,

(1) En portant ses observations sur la glande sexuelle des mollusques gastéropodes, Mathias Duval (voir aussi Herrmann, *Spermatogénèse chez les Sélaciens. Journ. de l'Anat. et de la Physiologie*, 1882) a pu observer avec une grande netteté la formation des spermatozoïdes, car chez ces animaux les éléments spermatiques sont relativement très longs, et en suivant attentivement l'état de la glande pendant l'hiver, le printemps et l'été, on a successivement sous les yeux les diverses formes de l'évolution spermatique : quand on observe seulement pendant la saison chaude, toutes ces formes se trouvent côte à côte, et il est alors difficile d'établir avec certitude le véritable ordre de passage de l'une à l'autre. Dans les circonstances sus-indiquées on voit que les cellules épithéliales des culs-de-sac glandulaires grossissent et sont le siège d'une formation endogène de noyaux; ceux-ci se portent à la périphérie et deviennent le centre d'autant de bourgeons, auxquels l'auteur réserve le nom de *spermatoblastes;* ces spermatoblastes forment ainsi de véritables *grappes*, qui se transforment en *faisceaux* de spermatozoïdes, chaque spermatoblaste donnant naissance à un spermatozoïde par le procédé suivant : dans le voisinage du noyau propre du spermatoblaste, apparaît une nouvelle formation nucléaire, le *corpuscule céphalique*, qui sera la tête du spermatozoïde; en même temps, se montre à l'une des extrémités de ce corpuscule céphalique un filament qui naît par différenciation dans le protoplasma du spermatoblaste, et s'accroît à ses dépens : ce protoplasma disparaît donc peu à peu, ainsi que le noyau propre qui s'atrophie, et il ne reste en définitive, que le spermotozoïde avec sa portion céphalique et son filament caudal.

(2) Donné avait vu des spermatozoïdes présentant cette particularité dont il n'avait pas saisi la signification.



prismes obliques à base rhomboïdale, soit isolés, soit réunis en croix, en étoile; à base bien déterminée ou remplacée par des biseaux allongés, donnant au cristal la forme d'un fuseau. Ces cristaux sont des dérivés du prisme oblique à base rhomboïdale. Quelquefois, il y a de vrais prismes rhomboïdaux obliques avec des bords très nettement dessinés. Ils peuvent être d'un volume très considérable et se brisent avec facilité. Leur présence même dans les taches de sperme est assez fréquente (Ch. Robin). Ces cristaux, d'après cet auteur, seraient du phosphate de magnésie.

Dans son *Traité de chimie médicale*, p. 484, M. Méhu a décrit les caractères du phosphate bicalcique qui existe également dans le sperme, ces cristaux se dissolvent rapidement dans l'acide acétique. M. Robin a également signalé dans le sperme la présence de cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien; mais ce fait se présente rarement, à moins que le sperme ne se soit solidifié. Bien que l'oxalate de chaux existe fréquemment dans les urines qui renferment des spermatozoïdes, la présence de l'oxalate n'a pas été signalée dans le sperme.

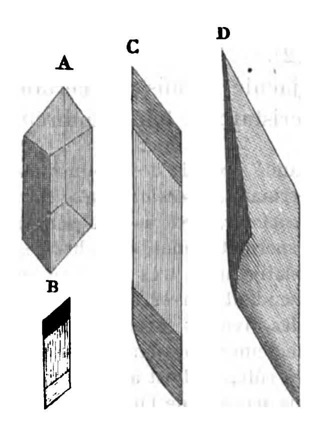


Fig. 378. — Phosphate de magnésie.

On peut encore rencontrer des globules blancs dans le sperme éjaculé, chez des individus qui ont eu des blennorrhagies, avec ou sans épididymite; quelquefois même, ces globules blancs conservent dans le sperme assez de vitalité pour que l'on puisse observer les mouvements expansifs que nous avons décrits. M. Ch. Robin a signalé la présence dans le sperme de gouttes visqueuses sphériques ou non, se déformant facilement, hyalines, incolores, légèrement rosées ou jaunâtres. Ces gouttes, dont le volume varie beaucoup, se retrouvent plus ou moins abondamment dans le sperme éjaculé d'un sujet à l'autre, tantôt dans le sperme normal, tantôt dans le sperme d'individus n'ayant plus de spermatozoïdes à la suite d'épidi-

dymites doubles. La substance qu'ils constituent est susceptible de s'étirer en forme de larmes, de fuseaux plus ou moins effilés, de filaments cylindroïdes subdivisés ou non, avec ou sans anastomoses réticulées ou fasciculées, offrant les aspects les plus variés. Elle n'est pas attaquée par l'eau. L'acide acétique pâlit cette substance, y fait apparaître les leucocytes ou les spermatozoïdes qu'elle englobe, puis la dissout ou la liquéfie ; elle se

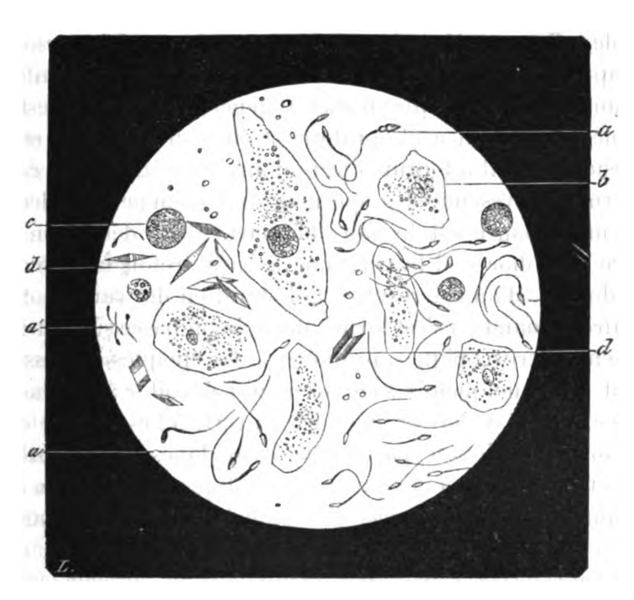



Fig. 379. — Sperme de l'homme (Liégeois). — *aa*. Spermatozoïdes normaux, et spermatozoïdes à petites têtes que l'on trouve chez certains sujets. — *b*. Cellule épithéliale pavimenteuse. — *c*. Leucocyte, fines granulations de l'humeur prostatique éparses. — *d*. Cristaux de phosphate de magnésie.

liquéfie spontanément avant le début de la putréfaction (Ch. Robin, *Traité du microscope*, p. 489).

Pour bien examiner le sperme, il faut se servir d'un grossissement d'au moins 400 diamètres. L'examen du sperme fraîchement éjaculé n'exige généralement pas l'addition d'un liquide quelconque pour le diluer ; si au début l'examen des spermatozoïdes peut être rendu difficile par la rapidité de leurs mouvements, par suite de l'évaporation, le sperme se con-

centre et les mouvements des spermatozoïdes deviennent plus lents. Dans la majorité des cas, il suffit de placer une goutte de sperme entre deux lamelles de verre. Quand on veut observer les mouvements des spermatozoïdes pendant un certain temps, il est nécessaire de maintenir la préparation à une température de 30° à 35° environ.

Dans certains cas, on peut avoir à examiner du sperme pour se prononcer sur l'existence ou la non-existence des spermatozoïdes. Ce contrôle est souvent demandé par les personnes qui, après plusieurs années de ménage, n'ont pas d'enfants. L'examen microscopique tranche généralement la question; lorsque cet examen a été pratiqué à plusieurs reprises et que les résultats qu'il a fournis ont toujours été négatifs, en ce qui concerne la présence des spermatozoïdes, on peut en déduire que l'impuissance est le fait du mari. Cette déduction sera encore corroborée si la personne a eu autrefois une épididymite double, d'où est résultée l'oblitération des canaux épididymaires. Quand on s'est formé une opinion basée sur plusieurs examens microscopiques, pratiqués à des époques successives, il peut être quelquefois sage de ne pas dévoiler au malade la vérité exacte et de laisser une porte ouverte à l'espérance d'une guérison, ou d'ajouter, par la pensée, quelques spermatozoïdes rares et incomplets à la liqueur spermatique. Outre qu'en agissant ainsi, on ne risque pas d'assombrir la vie d'un homme et de la condamner presque fatalement à l'hypocondrie, on se met à l'abri de certaines surprises qui peuvent survenir, comme l'apparition d'une grossesse, par exemple, grossesse qu'il serait peut-être difficile d'expliquer si on n'avait pas fait à l'avance quelques réserves.

### § 2. ACTION DE DIFFÉRENTS RÉACTIFS SUR LES SPERMATOZOÏDES.

L'*eau* arrête généralement les mouvements des spermatozoïdes; il en est de même des dissolutions minérales très étendues. Les spermatozoïdes se replient sur eux-mêmes en forme de boucle. Ce serait une erreur de croire qu'ils sont morts.

Il suffit, en effet, d'ajouter au liquide une solution concentrée d'un sel alcalin, de sucre ou d'albumine, pour voir réappa-

raître ces mouvements, souvent même d'une façon intense.

Chez quelques espèces animales, les spermatozoïdes vivent très bien soit dans l'eau de mer, soit dans l'eau douce.

Les *alcalis* semblent exciter l'énergie des mouvements des spermatozoïdes, puis ils meurent rapidement; de plus, dans une solution assez fortement alcaline, les spermatozoïdes ne se conservent pas.

Les *acides*, même les acides faibles, tuent les spermatozoïdes; c'est en raison de cette sensibilité à l'action des acides que les spermatozoïdes sont tués par l'urine normale. L'acide acétique, qui tue les spermatozoïdes, conserve longtemps l'intégrité de leur forme; il en est de même de l'urine acide, mais à un moindre degré, puisque Donné prétend que l'on peut conserver des spermatozoïdes pendant plusieurs années dans l'acide acétique. L'acide sulfurique pâlit les spermatozoïdes, mais il ne les dissout pas immédiatement.

La *teinture d'iode*, l'*eau iodée* colorent les spermatozoïdes en jaune; la partie intermédiaire à la tête et à la queue paraît se colorer plus fortement.

Le *violet de méthylaniline* colore les spermatozoïdes (G. Pouchet).

Donné a étudié l'action exercée par différentes humeurs de l'économie sur les spermatozoïdes.

Le *sang* n'exerce aucune action nocive sur les zoospermes; ce fait ne doit pas nous surprendre, puisque nous avons vu qu'à la suite d'une longue continence il se faisait de petites hémorrhagies dans les vésicules séminales, ce qui ne nuisait en rien à la vitalité des spermatozoïdes. Donné ayant mis des spermatozoïdes de l'homme dans du sang de grenouille, a vu qu'ils y vivaient très bien et qu'ils repoussaient sans difficulté des globules de sang beaucoup plus gros qu'eux. Quand les spermatozoïdes meurent, ils restent étendus, tantôt la tête directement allongée, tantôt fléchie à droite ou à gauche et formant un demi-cercle.

Le *lait*, particulièrement le lait de femme, paraît agir sur les spermatozoïdes comme le sang.

L'action de la *salive*, bien que ce liquide soit généralement alcalin, n'est pas favorable à la conservation de la vie des sper-

matozoïdes; la salive les tue rapidement et lorsqu'ils sont morts, leur corps se contourne toujours sur lui-même, de manière que le filament caudal forme une espèce de nœud ou d'œillet (Donné).

Nous avons vu que l'*urine* normale, en raison de la réaction acide, tuait rapidement les spermatozoïdes. Leur corps reste toujours allongé en ligne droite; la queue ne forme aucun angle avec la tête (Donné).

Le *pus*, en raison de son alcalinité, ne paraît pas exercer d'action nocive sur les spermatozoïdes quelle que soit l'origine du pus; ils ne paraissent pas vivre moins longtemps dans ce milieu que dans la liqueur séminale elle-même. La même observation a été faite pour la matière muco-purulente du catarrhe utérin.

Donné a étudié avec beaucoup de soin l'action exercée sur les spermatozoïdes par le mucus sécrété soit par l'utérus, soit par le vagin. Ces recherches ont, au point de vue de la pathologie, une grande importance. Bien que le mucus vaginal soit légèrement *acide*, les spermatozoïdes peuvent y vivre un certain nombre d'heures; dans le mucus cervical, au contraire, ils peuvent vivre beaucoup plus longtemps, quarante heures par exemple. Le mucus vaginal purulent n'exerce pas, nous l'avons vu, d'action délétère sur les spermatozoïdes.

Dans l'état normal, le mucus vaginal, légèrement acide, est visqueux, d'apparence crémeuse, en raison des nombreuses cellules épithéliales qu'il contient. Examiné au microscope, il montre généralement de larges cellules épithéliales pavimenteuses, contournées ou roulées sur elles-mêmes; elles ont un noyau et sont finement granulées. Il est des circonstances dans lesquelles l'acidité du mucus vaginal devient très considérable, par exemple dans le cas de grossesse, où il y a une congestion vive de la muqueuse vaginale, ou bien quand cet organe est vivement irrité par une cause quelconque. Donné ayant étudié l'action exercée sur les spermatozoïdes par de tels mucus, vit qu'ils les tuaient rapidement. Il a fait des observations analogues en ce qui concerne le mucus vaginal des femmes enceintes. L'extrême acidité du mucus vaginal peut donc être considérée comme une cause de stérilité.

Au mucus vaginal vient se joindre le mucus sécrété par le col utérin et par le corps de l'utérus. Ces deux mucus ont une propriété commune, c'est l'*alcalinité*. Il est assez difficile de se procurer ce mucus complexe, dans l'état normal, mais il devient plus abondant dans ces affections utérines si fréquentes et aussi pendant la période congestive qui précède la menstruation. Tyler Smith (1), qui a étudié les caractères

(1) *The pathology and the treatment of leucorrhæa*, cité par Courty; *Traité des maladies de l'utérus* par Duval et Lereboullet; *Manuel du Microscope*, p. 372.

microscopiques du mucus utérin, a reconnu que le mucus du col était très tenace, ce qui est d'une observation journalière, gluant, demi-solide, transparent, ne tenant en suspension aucun élément anatomique, sauf quelques cellules prismatiques granuleuses et souvent un assez grand nombre de leucocytes. Le mucus du corps est, au contraire, très visqueux, demi-liquide, grisâtre; il tient en suspension de nombreuses cellules épithéliales prismatiques ou cylindriques, munies ou non de cils vibratiles, des amas de grosses cellules sans enveloppes, mais à noyau volumineux et à protoplasma granuleux; enfin, même dans les conditions physiologiques, un assez grand nombre de globules graisseux.

En raison de son alcalinité, le mucus utérin a, sur les spermatozoïdes, une action toute spéciale; ils peuvent vivre à son contact pendant fort longtemps. Donné avait remarqué que le mucus utérin permettait aux spermatozoïdes de se mouvoir avec autant de facilité que dans la liqueur séminale même; plus récemment, Marion Sims, cité par MM. Duval et Lereboullet, et le docteur Percy, de New-York, ont cherché combien de temps les spermatozoïdes pouvaient vivre dans l'utérus. Le docteur Percy a retrouvé quelques spermatozoïdes vivants, dans le col utérin, huit jours et demi après le dernier rapprochement sexuel. Pour Marion Sims, les spermatozoïdes ne vivraient pas plus de douze heures dans le mucus vaginal, et on pourrait en trouver dans le mucus utérin, plus de quarante heures après le dernier coït.

Comme nous le verrons ci-après, il peut devenir nécessaire, afin de rechercher la cause de la stérilité chez une femme, d'examiner les caractères physiques et chimiques du mucus vaginal et utérin, et de rechercher même l'action exercée par ce mucus complexe sur la vitalité des spermatozoïdes. Voici comment Marion Sims conseille d'opérer (1) : « Supposons que nous devions examiner le mucus vaginal aussitôt après le coït, c'est-à-dire dans l'espace d'une heure : on recommande à la femme de vider la vessie avant l'acte, et de rester tranquillement couchée sur le dos, jusqu'au moment de l'exploration. Pour recueillir quelques gouttes du liquide contenu dans le vagin, il faut y introduire l'index, opérer une pression en bas et en arrière, sur la paroi postérieure, précisément au-dessous du col utérin. La semence s'amasse nécessairement dans la poche formée par cette pression; on l'aspire alors au moyen d'une seringue. Il importe, avant de procéder à cette manipulation, de débarrasser le vagin de tout le mucus qu'il peut contenir, afin que la seringue ne puisse en recueillir une portion qui viendrait se mêler à celui du col, et nuire par conséquent à la précision de l'observation. Pour recueillir le mucus sur un point plus élevé, vers la cavité utérine, on doit enfoncer la seringue d'un pouce dans le canal cervical, et conduire l'opération avec beaucoup de délicatesse; il est bon que le bout de la seringue présente une forme bulbeuse : ce renflement, qui remplit l'orifice et le canal du col, empêche l'air d'entrer dans cet instrument,

(1) Cité par Duval et Lereboullet, p. 377.

ainsi que M. Marion Sims l'a vu, quand l'extrémité de la seringue était allongée et terminée en pointe.

Antérieurement à ces recherches, Donné, auquel on ne rend pas suffisamment justice, avait étudié directement l'action du mucus utérin des femmes stériles sur les spermatozoïdes. Au premier abord, ce mucus ne présentait rien de particulier; mis au contact des spermatozoïdes, il les tuait rapidement. Tous ces mucus étaient alcalins, dit Donné; tantôt ils étaient purs et transparents, tantôt ils étaient opaques et purulents. Il était difficile d'assigner une cause à l'action de ces mucus sur la vitalité des spermatozoïdes; Donné a pensé trouver une explication dans l'excès d'alcanilité du mucus utérin; d'après cet observateur distingué, chaque fois qu'à l'aide d'un papier de tournesol il prenait la réaction des mucus qui tuaient les spermatozoïdes, il trouvait que dans la plupart des cas le papier rouge était ramené très rapidement au bleu foncé. Cette explication est-elle la vraie? Cela est possible, mais nous faisons quelques réserves, car il nous paraît difficile qu'un simple excès d'alcalinité puisse tuer les spermatozoïdes, alors que nous savons très bien qu'un milieu alcalin est pour eux un milieu normal, et que même une solution alcaline concentrée ne les tue pas immédiatement. Marion Sims, qui a fait des observations analogues, ne se prononce pas sur la nature de l'élément qui agirait d'une façon si énergique sur le spermatozoïde. Un léger degré d'inflammation du col semble, dans certains cas, produire dans la sécrétion du mucus des principes nuisibles aux spermatozoïdes.

Il faut rendre cette justice à Donné, c'est que le premier il a bien étudié cette question, et qu'il a démontré en outre, contrairement à ce que l'on croyait à son époque, que la plupart des femmes affectées de cet écoulement complexe, compris sous le nom générique de flueurs blanches, pouvaient néanmoins être très fécondes, tandis qu'il en est un certain nombre d'autres dont le mucus tue les spermatozoïdes.

### § 3. DU SPERME CHEZ DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES.

Il peut se présenter différents cas de médecine légale dans lesquels il peut être utile de connaître la forme des spermatozoïdes des animaux qui nous entourent. La figure 374, due à M. Liégeois, donne l'aspect d'un certain nombre de spermatozoïdes. Il faut reconnaître toutefois que la distinction entre les spermatozoïdes des différents animaux peut parfois être très difficile. Il est utile d'examiner au microscope du sperme de taureau, d'âne, de chien, de cheval. Chez ces espèces, d'après Donné, le sperme serait plus fluide que chez l'homme, et d'autre part, les mouvements des spermatozoïdes seraient

plus lents. Les zoospermes ont, du reste, chez ces animaux domestiques, ainsi que chez le lapin, à très peu de chose près,

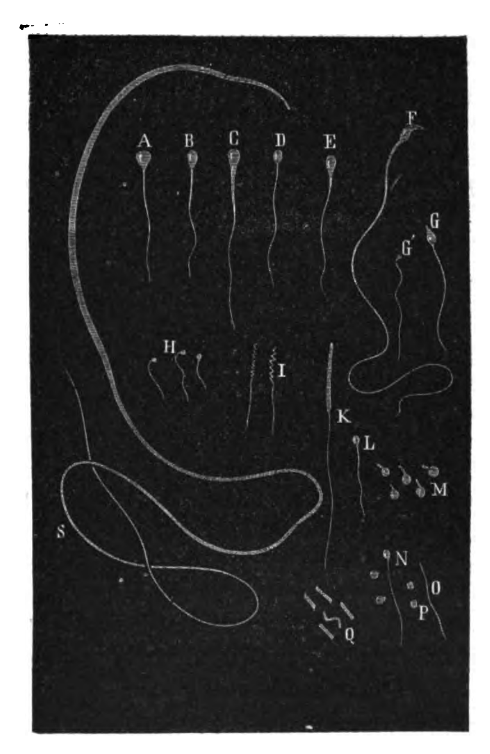



Fig. 380. — Spermatozoïdes de divers animaux. — A. Cochon d'Inde. — B. Taureau. — C. Mouton. — D. Cheval. — E. Lapin. — F. Rat. — G. G'. Homme. — H. Coq. — I. Moineau. — K. Pigeon. — L. Perche. — M. Brochet. — N. O. Grenouille (en hiver). — P. Granulations mobiles du sperme chez le même animal. — Q. Grenouille (en été). — S. Ménobranche (Liégeois).

la même forme et les mêmes apparences que chez l'homme (Donné).

### § 4. DU SPERME DANS LA CRYPTORCHIDIE.

Nous nous étendrons peu sur ce sujet. Chez un grand nombre d'animaux, les testicules restent normalement dans la cavité abdominale, ce qui ne les empêche pas d'être féconds

et d'avoir par conséquent des spermatozoïdes. Chez l'homme, il n'en est pas de même, et quand les testicules sont arrêtés dans l'un des points du trajet qu'ils devaient parcourir, pour arriver dans les bourses, l'individu qui est porteur de cette anomalie peut être puissant au point de vue du coït, mais il ne peut se reproduire, parce que son sperme ne renferme pas de spermatozoïdes. Quand il n'y a qu'un testicule arrêté dans sa migration, et que celui qui est descendu dans le scrotum est sain, l'homme est apte à procréer des enfants des deux sexes; si, au contraire, le testicule descendu est à l'état pathologique, le sperme ne contient pas de spermatozoïdes et l'homme ne peut procréer.

### § 5. OBLITÉRATION DES VOIES SPERMATIQUES.

M. Gosselin a démontré qu'à la suite d'orchite double, ou bilatérale, ou d'autre maladie du testicule, le canal déférent et la queue de l'épididyme s'oblitéraient quelquefois, d'une manière définitive, ou temporairement. Dans ce cas, il ne se produirait plus de spermatozoïdes; les autres caractères du sperme restent les mêmes. C'est le microscope qui, comme précédemment, tranchera la question, si une personne atteinte d'une des affections auxquelles nous venons de faire allusion voulait être fixée, d'une façon positive, sur ses facultés procréatrices. M. Robin a signalé dans le pseudo-sperme éjaculé par les personnes atteintes soit de cryptorchidie, soit d'oblitération des conduits épididymaires, l'existence d'un très grand nombre de petits noyaux sphériques, que l'on ne rencontre qu'en petit nombre, dans le véritable sperme. Leur origine n'est pas absolument connue. « Ces noyaux ont de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$ de large, ils sont régulièrement sphériques avec un contour net; leur substance est translucide, et, pour bien les étudier, il faut se servir d'un grossissement de 500 à 550 diamètres, parce qu'avec un plus faible grossissement, ils ressemblent à de petits anneaux, tellement ils sont pâles et translucides. Ils sont presque toujours pourvus de granulations grisâtres, très pâles elles-mêmes, principalement disposées vers la périphérie de ces éléments anatomiques; mais ils ne

renferment ni nucléole, ni granulations graisseuses à l'intérieur » (Ch. Robin).

Le liquide dépourvu de spermatozoïdes contient des sympexions, comme le liquide spermatique normal, toutes les fois qu'il y a eu un certain laps de temps entre les éjaculations. Par refroidissement, il s'y produit également de ces cristaux que nous avons décrits. Il peut se conserver plusieurs jours, sans entrer en putréfaction. Un liquide de cette sorte examiné par nous avait une odeur très désagréable, même peu de temps après avoir été éjaculé. Ajoutons, pour terminer, que chez les individus affectés de l'une des infirmités que nous venons de signaler, la sécrétion de la liqueur pseudo-spermatique se fait avec autant d'abondance que si c'était du sperme véritable. Les malades ne sont nullement avertis qu'il se passe quelque chose d'anormal dans la production de leur liqueur séminale, dont l'aspect extérieur ne diffère pas de celui du sperme physiologique.

### § 6. DU LIQUIDE DES KYSTES SPERMATIQUES.

Les travaux de M. Gosselin ont singulièrement éclairé la pathogénie de ces kystes au point de vue chirurgical; nous nous occuperons seulement de l'examen du liquide au microscope. Le liquide des kystes spermatiques se présente ordinairement avec l'aspect trouble et opalin ; quelquefois même, il est presque laiteux et un peu filant. Si on examine un tel liquide avant de l'avoir filtré, on voit qu'il renferme un grand nombre de spermatozoïdes immobiles, ou bien doués de mouvements plus ou moins rapides ; le liquide filtré est transparent comme de l'eau et il ne contient plus de spermatozoïdes. D'après Ch. Robin, il n'y aurait pas un rapport absolu entre la présence des spermatozoïdes dans le liquide des kystes spermatiques et l'opalinité de ce liquide. Cet éminent micrographe dit avoir plusieurs fois observé des liquides opalins, provenant de kystes spermatiques, qui ne contenaient aucun spermatozoïde. « Sauf plus de fluidité et un peu plus de tranparence, ces liquides étaient à ceux d'origine analogue, pourvus de spermatozoïdes, ce que

l'humeur stérile éjaculée après une double oblitération épididymaire est au sperme proprement dit » (Robin). Les liquides lactescents ne contenant pas de spermatozoïdes devaient cette apparence à de fins granules graisseux et à de nombreux noyaux sphériques très petits. La présence de ces petits noyaux dans les liquides dits spermatiques prouve que ces liquides proviennent de l'épididyme. M. Robin avait déjà signalé l'existence de ces noyaux, dans les liquides stériles éjaculés par des individus ayant déjà eu une épididymite double avec oblitération.

§ 7. DE LA SPERMATORRHÉE. (*Pertes blanches. Pertes séminales.*)

Il serait superflu d'insister sur l'importance qu'il y a à diagnostiquer la spermatorrhée vraie ou supposée ; les conséquences qu'elle entraîne au point de vue physique et moral sont très graves ; le micrographe peut donc rendre un grand service en constatant la présence des spermatozoïdes, dans des taches ou dans l'urine. L'examen des taches sera traité ultérieurement et nous nous occuperons seulement de la recherche des spermatozoïdes dans l'urine (V. *Sédiments urinaires*, p. 313). Hippocrate connaissait et a magistralement décrit la spermatorrhée. Wickmann, Sainte-Marie, Lallemand se sont beaucoup occupés de cette question, qui n'est véritablement entrée dans une voie scientifique, que par l'application du microscope à la recherche des spermatozoïdes. On comprend combien devait être grand l'embarras des observateurs, pour décider si, oui ou non, il y avait du sperme dans l'urine, alors que le microscope n'avait pas encore été appliqué à l'étude des sédiments urinaires. Les caractères cliniques de l'urine spermatique étaient bien vagues et pouvaient être facilement confondus avec ceux d'urines complètement différentes. Quelquefois le diagnostic est rendu plus facile, lorsque les malades, par exemple, perdent du sperme en allant à la selle, au lit, à la moindre érection, en faisant de l'équitation, en marchant, etc. Certaines personnes sont sujettes à avoir de la spermatorrhée pour ainsi dire normale ; il suffit qu'elles restent quatre ou cinq semaines sans avoir de rapprochement sexuel ou de pollution

spontanée ou provoquée, pour voir apparaître du sperme, soit pendant la défécation, soit au commencement, soit à la fin de la miction. Il est d'autres cas, dans lesquels les malades ont des pollutions nocturnes très fréquentes, qui sont pour eux la cause d'une débilité très grande et d'accidents variés ; chez quelques personnes, ces pertes séminales peuvent se produire sans entraîner aucune espèce de sensation, ces malades ne s'en aperçoivent même pas. Il faut une circonstance particulière, dit Donné, une sorte de hasard, pour découvrir ce qui se passe ; ce n'est que lorsque le malade se réveille après l'écoulement du sperme, qu'il se sent humide et qu'il reconnaît ce qui vient de lui arriver. Lorsque le médecin soupçonne qu'il peut se produire des pertes séminales, il est nécessaire qu'il examine, avec le plus grand soin, les taches que l'on peut rencontrer sur le linge du malade.

Dans le cas où la spermatorrhée n'est que la conséquence d'une trop grande réplétion des vésicules séminales, on trouve dans l'urine de ces filaments décrits dans les sédiments urinaires, et qui sont formés aux dépens du mucus uréthral. Ces filaments contiennent ordinairement des spermatozoïdes qui sont, pour ainsi dire, englobés dans le mucus, au fur et à mesure qu'ils sortent des vésicules séminales. D'autres fois, l'expulsion du sperme ne se fait qu'à la fin de la miction, et les dernières gouttes d'urine sont comme troublées ou grisâtres. Sous l'influence de ces pertes séminales, qui ne sont que l'effet de la continence et dont la gravité est pour ainsi dire nulle, on voit des individus devenir hypocondriaques, s'affecter outre mesure et tomber réellement malades. Il appartient au médecin de bien établir s'il se trouve en présence d'une spermatorrhée pour ainsi dire normale, ou bien, au contraire, si c'est une spermathorrée proprement dite, le mode de traitement variant considérablement d'un cas à l'autre.

Avant d'entrer dans l'étude de la spermathorrée vraie, il est nécessaire d'établir ce fait, c'est que l'urine normale en dehors des conditions que nous venons d'énoncer, ou lorsqu'elle est émise peu de temps après une émission de sperme, spontanée ou autre, ne contient jamais de spermatozoïdes.

Les caractères cliniques d'une urine renfermant des sperma-

tozoïdes sont assez confus; lorsque la quantité de sperme est considérable, il y a un dépôt blanchâtre, plus ou moins nuageux, à la partie inférieure du vase; mais si, au contraire, la proportion des spermatozoïdes est peu considérable, l'urine peut parfaitement ne présenter à l'œil nu aucun caractère appréciable. C'est donc au microscope qu'il faut recourir, si l'on veut être fixé d'une façon certaine sur la présence des spermatozoïdes.

La pesanteur spécifique des zoospermes étant plus grande que celle de l'urine, ils tombent naturellement au fond des vases par le repos, dit Donné; il suffira donc, d'après le conseil de cet observateur, d'abandonner l'urine au repos dans des éprouvettes longues et étroites; quand le dépôt est entièrement formé, on le sépare soit à l'aide d'une pipette, soit par décantation et l'on cherche, à l'aide du microscope, s'il contient des spermatozoïdes. Donné dit qu'une seule goutte de sperme, prise au bout d'une baguette de verre et mise dans plus d'un demi-litre d'urine, permet de retrouver au microscope des quantités considérables d'animalcules. Beaucoup d'autres procédés ont été donnés, nous en avons indiqué quelques-uns, mais dans la plupart des cas le procédé de Donné est suffisant. Cet auteur a fait une remarque intéressante, que nous devons signaler, parce qu'elle est, pour ainsi dire, le corollaire du procédé qu'il a décrit. Lorsque les urines contiennent une grande quantité de produits susceptibles de cristalliser et de se déposer par le refroidissement et le repos, il arrive que les zoospermes se recouvrent d'une multitude de petits cristaux; ils se perdent et se confondent au milieu du dépôt, et l'on a quelquefois de la peine à reconnaître leurs formes altérées en apparence; mais, pour leur restituer leur aspect normal, il suffit de traiter le dépôt par une quantité d'eau capable de dissoudre les sels, et, si l'on n'y parvient pas par ce moyen, de faire chauffer, pour débarrasser les animalcules des cristaux attachés à leur corps; on les voit alors reparaître intacts et sans aucune altération de leurs formes (Donné). Grâce à la résistance qu'ils offrent à l'action des différents milieux dans lesquels ils se trouvent plongés, les spermatozoïdes conservent leur forme, même après ces traitements variés; on peut

retrouver des spermatozoïdes dans l'urine plusieurs jours après l'émission. Nous devons également à Donné une autre observation intéressante, elle a trait à la présence très fréquente de cristaux d'oxalate de chaux, dans les urines contenant du sperme; cette remarque n'a pas de caractère absolu. Nous savons en effet qu'il est assez fréquent de rencontrer dans l'urine des cristaux d'oxalate de chaux, sans que pour cela il y ait des spermatozoïdes; néanmoins la coïncidence de la présence simultanée de l'oxalate de chaux et des spermatozoïdes a été fréquemment vérifiée. Outre les spermatozoïdes, on peut encore rencontrer soit des leucocytes, soit des cellules épithéliales, soit encore des granules d'urate de soude, des cristaux d'acide urique ou de phosphate ammoniaco-magnésien (Ch. Robin).

M. Robin a étudié les caractères des différentes humeurs qui pourraient être prises pour du sperme, à la suite d'une observation superficielle. Il est de la plus haute importance d'être parfaitement fixé sur les caractères différentiels de ces humeurs, pour ne pas diagnostiquer d'abord de spermatorrhée, où elle n'existe pas, et ensuite, pour pouvoir rassurer les malades, en leur faisant, pour ainsi dire, toucher du doigt les propriétés du liquide qu'ils émettent. Le liquide bulbo-uréthral est celui qui vient mouiller l'orifice du canal de l'urèthre, à la suite d'érection violente et prolongée; il est visqueux, collant, hyalin et transparent. Ce liquide n'a pas l'odeur du sperme; examiné au microscope, il ne présente pas d'éléments anatomiques, sauf quelques cellules épithéliales pavimenteuses (Ch. Robin). A la suite de blennorrhagies, les glandes bulbo-uréthrales peuvent, dans quelques circonstances, émettre une certaine quantité de liquide. Cette émission s'accompagne, d'après M. Robin, d'un sensation plus ou moins vive de piqûre; dans ce cas particulier, le liquide contient une grande quantité de globules blancs.

On peut encore prendre pour du sperme, dit M. Robin, le liquide fourni par les glandes de la muqueuse uréthrale ou glandes de Littré, lorsque celles-ci ont une suractivité fonctionnelle, à la suite d'une blennorrhagie, d'excès de coït ou d'abus de boissons alcooliques. Cet écoulement ne serait pas contagieux.

Ce liquide se distingue du sperme d'abord parce qu'il ne renferme pas de spermatozoïdes, et ensuite parce qu'il n'est pas tenace ni filant entre les doigts, ni visqueux, comme le liquide des glandes uréthrales. Il renferme, en outre, une assez grande quantité de cellules épithéliales, en général petites, qui viennent du canal de l'urèthre, ainsi qu'un grand nombre de leucocytes.

Nous avons vu qu'il y avait des spermatozoïdes plus petits que les autres, mais ayant la même forme et jouissant même d'une vitalité plus énergique, mais il n'y a pas de spermatozoïdes mal développés ou incomplets, comme l'ont cru différents auteurs, Lallemand en particulier. La queue ou cil du spermatozoïde peut être brisée accidentellement, et cela s'observe surtout quand on examine des taches sur le linge, mais même dans ce cas on aperçoit la tête et le prolongement caudal. Par conséquent, il ne faudrait pas, dans une expertise médico-légale, se prononcer sur de simples apparences; les spermatozoïdes existent ou n'existent pas, et, s'ils existent, ils ont des formes assez nettes pour qu'on puisse les reconnaître. Dans le doute, l'abstention est une règle absolue. Le micrographe, comme tout autre expert, n'a à tenir aucun compte des preuves dites morales. C'est pourquoi il faut se familiariser de longue main avec la recherche des spermatozoïdes dans les liquides, dans les taches; ce n'est qu'au prix d'une série d'expériences, que l'on pourra devenir assez sûr de soi pour se prononcer avec quelque certitude sur la présence des spermatozoïdes. L'écueil le plus redoutable consiste à prendre pour un spermatozoïde plus ou moins incomplet un de ces milliers de corps étrangers que l'on trouve dans les liquides, dans les taches. Le meilleur procédé ne met pas, comme l'expérience longuement acquise, à l'abri d'une erreur de ce genre.

## § 8. EXAMEN DES TACHES DE SPERME.

Nous savons maintenant, par les remarquables expériences de Donné, combien est grande la résistance des spermatozoïdes à l'action des différents réactifs que l'on fait agir sur eux. C'est grâce à cette résistance que l'on peut retrouver les

spermatozoïdes sur le linge taché de sperme, ainsi que sur les porte-objets qui ont servi à les examiner, et où ils se sont desséchés. Les contours de la tête n'offrent plus la même netteté; mais la queue, entre les deux ménisques de matière accumulée contre elle par l'évaporation, dévie fortement la lumière, et il devient facile ainsi d'apprécier la véritable longueur mesurée par une ligne obscure, reconnaissable à l'observation la plus superficielle (Pouchet). L'écueil le plus difficile à éviter, surtout pour les personnes encore inexpérimentées, c'est de ne pas prendre pour un spermatozoïde dont la tête aurait été séparée de la queue, une de ces nombreuses granulations que l'on peut rencontrer dans le linge; en un mot, le difficile n'est pas de reconnaître un spermatozoïde quand il y en a un grand nombre, c'est d'en voir là où il n'y en a pas. Les meilleurs procédés, et ceux qui ont été donnés sont nombreux, ne mettront jamais complètement à l'abri de cette erreur une personne qui ne serait pas très familiarisée avec ce genre de recherches. Les taches de sperme ne présentent pas à l'œil nu des caractères si précis, qu'il ne soit pas possible de les confondre avec des taches d'une origine différente. La recherche des spermatozoïdes dans les taches est basée sur la propriété qu'elles présentent de pouvoir se réhumecter, se gonfler et reprendre, pour ainsi dire, leur aspect primitif; les taches spermatiques peuvent conserver cette propriété pendant plusieurs années. Il faut néanmoins être prévenu que la consistance mucilagineuse du sperme s'est perdue par la dessiccation, et qu'après révivification apparente du sperme, celui-ci n'est plus mucilagineux. Le procédé classique pour la recherche du sperme est le suivant : on trempe dans l'eau un des fragments du linge sur lequel se trouve la tache ; le liquide s'élève lentement dans le tissu et vient imbiber la tache qui se gonfle. On recueille cette matière avec soin et on l'examine au microscope (Ch. Robin).

Ce procédé a subi de nombreuses modifications de la part des auteurs et des médecins légistes. Ratier, en mars 1837, ayant pris des linges tachés de sperme, les fit macérer dans des verres de montre ; ayant soumis le liquide à l'examen microscopique, il indiqua le premier des caractères propres à faire

reconnaître les taches de sperme ; il était parvenu à déterminer la présence des spermatozoïdes. C'est le docteur Bayard qui, sans connaître les travaux de Ratier, a vulgarisé les méthodes propres à exécuter cette recherche ; cependant, même de son temps, ce n'était pas encore chose facile à répéter, puisque Orfila et Donné s'y étaient vainement essayés.

Les taches de sperme présentent des caractères objectifs différents, selon les tissus qui les supportent. Sur un linge blanc elles sont généralement grisâtres, quelquefois presque blanches ou d'un jaune citron (Gosse) ; sur les tissus colorés elles paraissent blanchâtres ; elles sont même un peu transparentes, de telle sorte que l'on est forcé quelquefois, pour les reconnaître, de mettre la tache entre l'œil et la lumière. Sur des étoffes de laine, elles présentent un reflet un peu brillant. Si on froisse le linge entre les doigts, on éprouve la sensation de raideur, analogue à celle que produirait une tache produite par de l'amidon ou du sirop. M. le docteur Gosse dit dans son remarquable travail sur les taches, que bien que les taches de sperme ne soient pas odorantes quand elles sont sèches, elles reprennent facilement leur odeur caractéristique quand elles sont imbibées d'eau, et même, que si l'on emploie de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau, l'odeur se rapproche assez de celle de la lessive. Nous pensons que les taches de sperme perdent facilement, au bout d'un certain temps, l'odeur spécifique du liquide séminal : c'est là du reste un caractère d'un ordre secondaire. Le contour irrégulier, en carte de géographie, des taches de sperme est connu de tout le monde. Quand le tissu est épais, le sperme peut ne pas pénétrer jusqu'à la face opposée du tissu. D'une façon générale, les taches de sperme varient d'aspect suivant que la liqueur spermatique a été émise après une longue continence, ou au contraire, après des éjaculations répétées, par un homme jeune ou par un vieillard.

Les médecins légistes ont indiqué en quels endroits l'on rencontrait le plus fréquemment les taches de sperme, mais ces règles n'ont absolument rien de précis ; on comprend, sans que nous y insistions, que les circonstances dans lesquelles ces taches se produisent peuvent varier à l'infini. Néanmoins,

d'après M. Devergie (*Médecine légale*, t. I, p. 360), dans les cas de viol, on trouve les taches plutôt sur le devant, que sur le derrière de la chemise de la femme. Tardieu, dans son ouvrage sur les attentats, admet que leur siège est excessivement variable. Sur le linge d'un homme les taches occupent ordinairement la partie antérieure; celles que l'on trouverait sur le pantalon peuvent exister plus particulièrement à l'intérieur, mais quelquefois, à l'extérieur, à la hauteur de la partie supérieure des cuisses (Gosse, *loc. cit.*, p. 15 et suiv.). Dans les rapports juridiques, on devra aussi soigneusement relater la position et la dispersion des taches sur les draps du lit. La disposition de ces taches peut, dans certains cas, fournir des données relativement aux circonstances du crime, à la résistance de la victime et au nombre des tentatives (1).

La composition de ces taches peut être complexe; elles peuvent contenir du sang, des corps gras et d'autres substances; sur la peau humaine les taches du sperme ont l'aspect d'écailles de poisson ou plutôt de *collodion desséché* (Gosse).

• Nous ne parlerons pas du procédé d'examen de Bayard, qui était très compliqué et dont l'usage a été abandonné. Le procédé de Koblanck, recommandé par Casper, consistait à faire une sorte de macération de la tache dans de l'eau froide, et à examiner cette eau au microscope; au bout d'un certain temps, on devait y trouver des spermatozoïdes. Le procédé de Carl Schmidt (Schmidt, p. 47) est le suivant : on recherche de quel côté du tissu se trouve la tache du sperme; ce côté trouvé, on plie le morceau de tissu en forme de cône, et on met la face tachée dans un verre de montre, à moitié rempli d'eau, de manière à la tenir suspendue au-dessous du niveau du liquide. En agissant ainsi, la tache seule est mouillée; le contact est prolongé pendant trois ou quatre heures, et la tache est ramollie. On chauffe légèrement l'eau du verre de montre, après y avoir ajouté quelques gouttes de solution ammoniacale; on remue le linge et on le presse de haut en bas entre l'index et le pouce. La tache a disparu du linge, l'eau est devenue trouble et un peu muqueuse. L'on examine ce liquide et on y trouve des spermatozoïdes qui sont quelquefois brisés. Ces deux procédés, dit le docteur Gosse, ont l'inconvénient soit de séparer les parties de la tache qui vont adhérer à la soucoupe, soit d'avoir une dissolution trop étendue, et alors on n'en apporte qu'une faible partie sous le champ du microscope (*loc. cit.*, p. 20). Nous avons donné plus haut le procédé de M. Robin; le temps pendant lequel on laisse la tache en contact avec l'eau est variable; il peut aller, suivant

(1) Ch. Robin, dans *Manuel Briand et Chaudé*, p. 722, cité par Gosse.

l'ancienneté de la tache, de vingt minutes à deux heures; on se sert généralement de la pointe d'un scalpel pour enlever le sperme adhérent au tissu. Il est absolument nécessaire d'agir dans toutes les manipulations avec la plus grande délicatesse. M. Robin conseille de se servir d'eau distillée, ou d'eau faiblement alcaline, pour pratiquer cette recherche : d'après cet observateur, il serait bon d'ajouter quelques gouttes d'acide acétique faible à la préparation, pour dissoudre le mucus et rendre les spermatozoïdes plus nettement perceptibles.

Nous savons que les spermatozoïdes peuvent être entiers ou brisés. S'ils sont brisés, ils peuvent l'être soit près de la tête, soit au milieu de la queue; aussi peut-on voir des fragments de queue disséminés dans la préparation. On peut constater également la présence de granulations graisseuses à centre jaunâtre, de globules blancs, de sympexions, de cristaux de phosphates.

Quelquefois on trouve dans le sperme des éléments étrangers à ce produit. C'est ainsi que la présence de cellules épithéliales pavimenteuses est assez fréquente; plus rarement on y rencontre de très petites cellules prismatiques provenant, comme les premières, du canal de l'urèthre.

Nous ne parlerons que pour mémoire des filaments de tissu, soie, laine, coton, qui ont leur structure et leur coloration particulière.

Si le linge a été sali ou exposé à la poussière, on trouve de petits grains irréguliers, très divers de volume, de forme, de coloration, plus ou moins brillants, à contours épais et noirâtres. Ils présentent les caractères chimiques propres soit des poussières inorganiques (par l'acide acétique, dégagement de bulles de gaz; dissolution par l'acide chlorhydrique avec dégagement de gaz); on peut aussi rencontrer dans ces taches de la poussière de rouille, ayant une coloration caractéristique. Ces poussières sont attaquées à la longue par l'acide acétique; l'acide chlorhydrique les dissout facilement (Dr Gosse).

M. Robin a signalé également la présence de grains d'amidon altérés dans leur forme, gonflés ou éclatés. Ces grains d'amidon proviennent de l'empesage du tissu.

Le docteur Gosse est d'avis que, si après un examen attentif on ne trouvait pas de spermatozoïdes, il ne faudrait pas en

conclure d'une manière absolue que ce ne sont pas des taches de sperme que l'on a examinées. Cet auteur s'appuie sur l'opinion de Casper (*Ueber Nothzucht*, p. 50), que le sperme de certains individus, particulièrement des vieillards (1), ne renfermerait pas de spermatozoïdes, que ceux-ci pourraient varier de quantité et même disparaître passagèrement, sous l'influence de diverses causes, par exemple d'une longue maladie ou d'excès vénériens. Casper conclut en ces termes : « Nos observations suffisent pour la pratique, car elles prouvent que les taches proviennent certainement du sperme, lorsque le microscope montre qu'elles contiennent des spermatozoaires ; mais que *l'absence de spermatozoaires ne peut pas prouver que ces taches ne proviennent pas du sperme*. D'après ce qui précède, le médecin légiste pourra, dans le premier cas, poser une conclusion certaine ; dans le second cas, juger avec plus ou moins de vraisemblance les circonstances du cas particulier. » Sauf les cas que nous avons examinés, cas dans lesquels le sperme ne renferme pas de spermatozoïdes, on peut dire que les spermatozoïdes ne disparaissent pas avec la facilité dont parle Casper, même à la suite de maladie grave ; il se peut, à la rigueur, qu'ils diminuent de nombre, mais il en restera toujours assez pour qu'avec une recherche attentive on puisse mettre leur existence hors de toute contestation. Bien que le sperme stérile contienne quelques éléments anatomiques propres à le faire reconnaître, nous pensons avec M. Robin que, pour conclure à l'existence du sperme dans une tache, il faut absolument trouver des spermatozoïdes.

Le docteur Longuet a communiqué à la Société de médecine légale un procédé pour la recherche des spermatozoïdes ; ce procédé, sur lequel l'expérience n'a pas encore excercé son contrôle, aurait donné de bons résultats entre les mains de l'auteur. Il y a, dit M. Longuet, une manipulation préalable qui s'impose à l'expert, quelle que soit d'ailleurs la méthode qu'il compte suivre ensuite pour isoler les éléments figurés ; elle consiste à mettre en contact avec de l'eau distillée une partie de l'étoffe tachée, de façon à gonfler par imbibition le tissu lui-même et la matière dont il est imprégné. Cela fait, on le porte sur une plaque de verre propre et sèche, et, à l'aide d'aiguilles, ou l'effile, on le dissocie

(1) Le sperme des vieillards contient généralement des spermatozoïdes.

avec ménagement pour ne pas briser les spermatozoïdes, s'ils existent. Les fils séparés sont eux-mêmes étalés, fibrille par fibrille, à ce point que tous les éléments dont ils sont formés puissent être isolés l'un après l'autre dans le champ du microscope et soumis à un examen minutieux. Pour les rendre plus visibles et en mieux délimiter les contours, on a l'habitude de les teinter avec une solution faible d'iode; quelque précaution que l'on prenne, on s'expose à créer des spermatozoïdes artificiels, que l'on pourrait confondre avec des spermatozoïdes vrais. Certaines fibrilles végétales, et en particulier celles du chanvre, contiennent dans leur intérieur des granulations ovoïdes, légèrement aplaties suivant leur plus grand diamètre, par pression réciproque, très réfringentes, absolument semblables, en un mot, à ce qu'on appelle la tête des spermatozoïdes, dont elles possèdent souvent les dimensions, l'aspect et même la forme; ces granulations deviennent libres dès que les cellules sont brisées et se dispersent dans le liquide au milieu duquel nagent les débris de l'étoffe. M. Longuet a cherché une matière colorante qui, par son action élective, permît de distinguer les spermatozoaires des débris végétaux et, après de nombreux essais, il s'est arrêté au carmin ammoniacal, tel qu'on l'emploie en histologie.

Les spermatozoïdes se comportent diversement avec le carmin, suivant qu'ils sont frais ou desséchés depuis longtemps : très peu modifiés quand ils sont récents, ils fixent la couleur avec intensité quand ils sont anciens, mais particulièrement dans la partie renflée, la queue restant incolore. Cette propriété singulière suffit, d'après M. Longuet, à les faire reconnaître immédiatement au milieu des éléments étrangers qui affectent des formes analogues. Voici comment l'auteur conseille de procéder : 1° prendre un petit carré de l'étoffe qu'on suppose être tachée de sperme, le plus près possible du centre de la tache ; 2° plonger ce petit carré d'étoffe dans une petite quantité d'eau distillée colorée par quelques gouttes, 5 à 6 pour 5 grammes d'eau, d'une solution ammoniacale de carmin; 3° laisser macérer pendant trente-six à quarante-huit heures, et même plus, car il n'en résulte aucun inconvénient; 4° dissocier l'étoffe avec de grands ménagements, en l'effilant brin à brin; 5° dissocier chacun de ces brins un à un et séparément; 6° examiner séparément aussi au microscope, avec un grossissement de 500 diamètres, chaque brindille dissociée dans une goutte de glycérine ordinaire. Dans une préparation faite selon les règles, on verra, autour des fibrilles végétales non colorées et parfaitement réfringentes, des grappes de spermatozoïdes, la plupart complets, dont le tête sera colorée en rouge vif, tandis que la queue ne sera pas teintée. L'avantage du procédé de M. le Dr Longuet consisterait surtout en ceci, qu'il donnerait des résultats d'autant plus nets que la tache serait plus ancienne, c'est-à-dire dans les circonstances les plus mauvaises; car rien n'est facile comme d'isoler et de reconnaître les spermatozoïdes quand la tache est récente.

Le mucus vaginal laisse parfois sur le linge des taches qui

par leur aspect extérieur rappellent assez fidèlement celles formées de sperme. Nous avons eu l'occasion d'examiner de telles taches, qui étaient considérées comme du sperme ; après les avoir traitées par le procédé de M. Robin, nous avons constaté l'absence de spermatozoïdes, et la présence de larges cellules qui nous ont présenté tous les caractères habituels de l'épithélium vaginal.

### § 9. DU SPERME DANS DIFFÉRENTS PRODUITS DE L'ÉCONOMIE : MATIÈRES FÉCALES, MUCUS.

Il est souvent nécessaire de rechercher la présence de spermatozoïdes dans les matières fécales, lorsque des actes de pédérastie ont précédé un crime, ou en ont été le motif. Il est des cas de médecine légale dans lesquels une telle recherche a produit des résultats importants. M. Ch. Robin est d'avis que l'on doit procéder à cet examen chaque fois qu'il y a soupçon de pédérastie.

Lorsque les matières fécales contenues dans le rectum sont liquides, cet examen n'offre pas de difficulté, en ce sens qu'il suffit d'examiner directement ce liquide, pour y faire la recherche des spermatozoïdes. Si au contraire les matières sont demi-solides, nous conseillons de les délayer dans l'eau et de laisser déposer dans un vase conique ; les spermatozoïdes, en raison de leur densité, gagnent les parties inférieures du vase. Si l'on opère sur le rectum d'un cadavre, la recherche est bien plus facile, en ce sens que l'on peut examiner le rectum et son contenu, en variant autant qu'il est besoin les procédés de recherche.

Lorsque nous avons parlé des taches de sperme, nous avons indiqué que ces taches pouvaient être complexes ; nous devons à l'obligeance de M. le docteur Brouardel, professeur de médecine légale à la Faculté, et maître des conférences à la Morgue, un exemple de la difficulté qu'il y a parfois à faire une détermination exacte, pouvant être, comme on le verra, d'une importance capitale. M. Brouardel, grâce à son habileté opératoire et à ses connaissances spéciales, est parvenu à déterminer la composition de taches qui, tout d'abord, avaient été

considérées, après un premier examen pratiqué par un autre expert, comme formées de sperme et de pus blennorrhagique. Partant de cette idée, le juge d'instruction avait commis M. le docteur Brouardel à l'effet de constater : 1° si les taches spermatiques mélangées de mucus blennorhagique, constatées sur la serviette, peuvent provenir du même individu que les taches spermatiques, simplement spermatiques, remarquées sur les draps.

Pour procéder à ces recherches, M. Brouardel a découpé, à l'aide de ciseaux propres, une petite languette de tissu correspondant à chaque tache. Chacune de ces petites languettes a été mise dans un verre de montre, en contact avec quelques gouttes d'eau fraîchement distillée. Après les quelques heures suffisantes pour l'imbibition du tissu, le savant expert a procédé avec beaucoup de soin, à l'aide de deux stylets de verre, à l'effilochage de chaque fil. Cette opération terminée, et chaque fil légèrement comprimé avec le bord arrondi d'un petit stylet de verre, on a recouvert la goutte de liquide obtenue avec une lamelle propre et on l'a portée sous le champ du microscope. M. Brouardel s'est d'abord servi d'un grossissement de 300 diamètres, puis d'un grossissement de 600. Voici maintenant quels étaient les caractères extérieurs des taches : 1° *Serviette*. M. Brouardel a constaté l'existence sur cette serviette de larges et nombreuses taches de forme circulaire, diversement colorées et d'apparence empesée : les unes légèrement grisâtres, les autres comme superposées aux premières, de couleur jaunâtre et présentant par places de petits noyaux desséchés, plus foncés en couleur que le reste de la tache. Sur quelques-uns de ces noyaux on voyait de petits corpuscules noirâtres qui s'y trouvaient comme incrustés.

Sur l'autre face de la serviette, M. Brouardel a trouvé aussi une ou deux taches analogues, comme aspect, aux précédentes; il a vu aussi une petite tache d'environ un centimètre et demi de longueur, sur un demi-centimètre de largeur, ayant l'aspect d'une traînée de mucosité grisâtre, desséchée et piquetée de petits points noirs.

Sur le bord opposé de la serviette, il a remarqué une tache rougeâtre de forme ovale.

Après avoir examiné successivement au microscope les gouttes de liquide provenant de l'imbibition de huit échantillons de ces diverses taches, M. Brouardel a nettement vu dans les liquides examinés :

1° Des débris de spermatozoïdes, têtes et queues séparées;

2° Des spermatozoïdes complets;

3° Un grand nombre de pettis noyaux sphériques de mucus;

4° Des cellules d'épithélium pavimenteux simple;

5° Des cellules d'épithélium cylindro-conique, avec un noyau et des cils vibratiles;

6° Un assez grand nombre de leucocytes accompagnés de petites granulations graisseuses;

7° Des corpuscules noirâtres incrustés dans quelques-unes des taches, présentant les caractères microscopiques, comme forme et comme couleur, de fins grains de tabac à priser (plusieurs contre-épreuves faites avec des grains de tabac à priser, mélangés à du mucus, ne laissent aucun doute sur leur identité).

*Examen du premier drap.* — Sur ce drap M. Brouardel a constaté la présence d'un certain nombre de taches grisâtres d'apparence empesée, irrégulièrement disséminées, et deux ou trois taches jaunâtres, à surface écailleuse, ayant l'aspect de mucosité desséchée et piquetée de points noirs.

M. Brouardel a soumis à l'examen microscopique les liquides provenant de l'imbibition de neuf échantillons de ces diverses taches; et il a nettement vu dans le plus grand nombre :

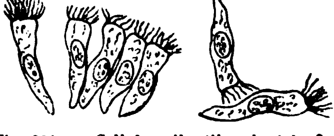


Fig. 381. — Cellules vibratiles de très fines bronches. Gross. 350 diamètres (Kölliker).

1° Des débris de spermatozoïdes, têtes et queues séparées;

2° Des spermatozoïdes complets;

3° Quelques leucocytes accompagnés de granulations et de cellules d'épithélium simple.

Dans les liquides provenant de l'imbibition des taches colorées en jaune, à surface écailleuse et piquetée de points noirs, l'expert a seulement vu :

1° Des cellules d'épithélium pavimenteux;

2° Quelques cellules d'épithélium à cils vibratiles;

3° Un grand nombre de leucocytes;

4° Des grains noirâtres analogues comme forme et comme couleur à de fins grains de tabac à priser.

*Examen du deuxième drap.* — M. Brouardel a vu sur ce drap un certain nombre de taches grisâtres d'apparence empesée, ayant quelques-unes la forme de petites gouttelettes groupées en traînée.

Ayant soumis à l'examen microscopique les liquides provenant de l'imbibition de dix échantillons de ces diverses taches, il y a nettement vu :

1° Des débris de spermatozoïdes, têtes et queues séparées;

2° Des spermatozoïdes complets;

3° Quelques rares cellules d'épithélium simple;

4° Quelques petites granulations et quelques rares leucocytes.

*Conclusions.* — 1° La serviette et les draps présentent tous les trois des taches de sperme;

2° Les taches du deuxième drap sont constituées par du sperme seul;

3° Le premier drap (1) présente des taches de deux ordres nettement

(1) Désigné dans le rapport, ainsi que le précédent et la serviette, par le numéro des scellés.

séparés : 1° des taches de sperme; 2° des taches formées par des mucosités de crachats. Ces dernières contiennent des cellules d'épithélium cylindro-conique à noyaux, à cils vibratiles, qui ne peuvent provenir que de l'arrière-gorge et de la cavité des fosses nasales, bronches. La présence de ces éléments anatomiques et des grains de tabac indique que telle est bien leur origine;

4° Sur la serviette, on trouve des taches constituées par différents éléments, mais cette fois ils sont intimement mélangés; ce sont des spermatozoïdes entiers et brisés, des cellules d'épithélium à cils vibratiles (provenant de l'arrière-gorge, du nez ou des bronches) et des grains de tabac : ces taches ont été faites par *expuition simultanée de tous ces éléments réunis au préalable dans la bouche.*

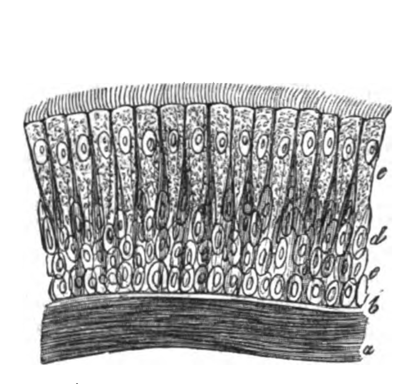






Fig. 382. — Épithélium vibratile de la trachée humaine. Gross. de 350 diamètres. — A. Épithélium *in situ*. — *a*. Portion interne des fibres élastiques longitudinales. — — *b*. Couche superficielle homogène de la muqueuse. — *c*. Cellules les plus profondes, qui sont arrondies. — *d*. Cellules moyennes, un peu allongées. — *e*. Cellules extérieures garnies de cils vibratiles. — B. Cellules isolées des diverses couches.

5° Les caractères microscopiques de ces taches, leur forme à l'œil nu, ne permettent pas de croire qu'aucune d'elles résulte d'une souillure par pus blennorrhagique.

Ces recherches ont été faites à l'occasion de l'assassinat de la veuve Crem... par deux jeunes gens.

On voit de quelle importance a été pour la justice la découverte, dans les taches, de cellules d'épithélium à cils vibratiles, ainsi que de grains de tabac. Ces éléments ont permis de reconstituer la scène qui a dû précéder le crime. Sans le microscope, et il faut le dire également, sans la précision que M. Brouardel a apportée dans ces délicates recherches, une partie de la vérité serait restée dans l'ombre.

### § 10. VÉGÉTAUX RESSEMBLANT A DES SPERMATOZOÏDES.

L.-S. Beale, dans son ouvrage *Sur l'urine,* dit avoir rencontré une fois, dans ce liquide, un végétal qui présentait quelques points de ressemblance avec les spermatozoïdes.

---

# CHAPITRE XVIII

## DES PRODUITS DES ORGANES GÉNITAUX DE LA FEMME

Nous allons compléter les renseignements donnés plus haut sur le mucus vaginal et sur le mucus utérin. Ce produit complexe fourni par le corps et par le col de l'utérus subit, à l'époque de la menstruation, certaines modifications. C'est ainsi qu'il prend une odeur caractéristique, que l'on retrouve, dit Robin, dans les organes génitaux des femelles de mammifères en rut ; de plus, le mucus utérin change de coloration, il devient brun-rougeâtre, communique cette couleur au mucus vaginal, et tache le linge. La durée de ce phénomène est ordinairement d'un ou deux jours. D'après Robin, le mucus pourrait redevenir complètement normal avant l'apparition du sang, laquelle se ferait d'une façon brusque. On conçoit qu'à ce moment le mucus utéro-vaginal présente des caractères spéciaux : il contient un plus grand nombre de leucocytes, et quelques globules rouges, provenant des capillaires rompus à la surface de la muqueuse utérine et de cellules épithéliales pavimenteuses, en assez grand nombre, venant de la surface du vagin et de la vulve (Robin).

D'après ce même auteur, lorsque l'hémorrhagie utérine s'est établie, le mucus utéro-vaginal sécrété en plus grande abondance renferme un très grand nombre de globules rouges normaux, quelques leucocytes, des cellules d'épithélium pavi-

menteux, surtout du vagin, des cellules prismatiques, des éléments nucléaires de l'utérus. Quand les règles cessent, ces éléments diminuent graduellement et le mucus utéro-vaginal repasse par les phases du début de la menstruation. Après l'écoulement sanguin, dit M. Robin, on voit quelquefois revenir un mucus blanchâtre un peu purulent. Comme nous l'avons vu à l'article *Sang*, le sang menstruel ne constitue pas une variété du fluide sanguin. Le caractère qui permettra de distinguer le sang menstruel du sang ordinaire, c'est la présence des cellules épithéliales, surtout de cellules cylindriques à cils vibratiles, et des éléments nucléaires (Robin, *Ann. d'hyg.*, t. V, p. 421).

Nous savons déjà qu'il peut être très difficile, dans certains cas, de faire une distinction entre des taches produites par du



Fig. 383. — Épithélium vaginal à tous les degrés de développement dans la leucorrhée épithéliale ou vaginale. Gross. de 350 diamètres (d'après Tyler-Smith).

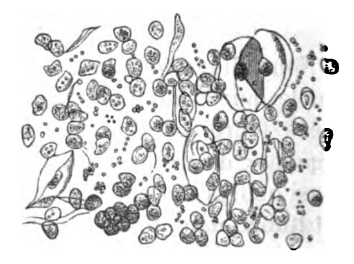


Fig. 384. — Quelques cellules épithéliales; leucocytes et gouttelettes huileuses dans la leucorrhée muqueuse et cervicale. Gross. de 220 diamètres (d'après Tyler-Smith).

sperme, et des taches formées par du mucus vaginal ou utéro-vaginal. Cette distinction, qu'il est souvent fort important d'établir, ne peut être faite qu'à l'aide du microscope, en employant l'un des procédés que nous avons décrits pour la préparation des taches de sperme. Il est bien rare, quand il y a leucorrhée, que cet écoulement soit uniquement vaginal. Voici quels sont les caractères qui ont été attribués à ce liquide : il contient un grand nombre de cellules pavimenteuses du vagin, mêlées à des globules de pus granuleux, des globules de graisse, des parasites (vibrions, leptothrix, trichomonas. — Voy. plus loin). Quand il y a de la blennorrhagie, le mucus

vaginal change d'aspect, il devient jaunâtre et puriforme et colore le linge en jaune verdâtre ; son odeur est très fétide, surtout quand le col utérin participe à l'inflammation, tandis que l'odeur de la leucorrhée vaginale simple est plutôt une odeur de fermentation (Courty, cité par Duval et Lereboullet). Nous donnons, d'après Tyler-Smith, une figure représentant l'épithélium vaginal à tous les degrés de développement dans la leucorrhée épithéliale et vaginale.

Lorsque l'utérus participe à l'inflammation générale, on rencontre, dans le mucus utéro-vaginal, des éléments provenant de l'utérus, de sorte qu'il est difficile d'assigner à ces écoulements des caractères d'une précision parfaite. D'après Tyler-Smith, il y aurait néanmoins deux leucorrhées, la leucorrhée *vaginale* ou épithéliale, la leucorrhée utérine ou muqueuse.

« La leucorrhée vaginale ou épithéliale est constituée par de la lymphe, ou du plasma acide, de l'épithélium pavimenteux, des corpuscules de pus, des globules de sang, de la matière grasse. La leucorrhée cervico-utérine ou muqueuse est constituée par du mucus alcalin, des corpuscules muqueux, de l'épithélium cylindrique altéré, des corpuscules d pus, des globules de sang et des particules grasses. Les premiers de ces éléments sont constants et caractéristiques, les autres (pus, sang, particules grasses) sont accidentels et dépendent souvent de l'inflammation des muqueuses ou des complications de la leucorrhée » (Courty, cité par MM. Duval et Lereboullet). Comme le font justement observer ces auteurs, après Stoltz, en pratique, cette distinction devient très difficile à cause du mélange des éléments provenant à la fois de l'utérus et du vagin (1).

(1) Le Dr Hottenier a communiqué à la Société de Biologie un mémoire sur certaines modifications qu'éprouve la constitution histologique du pus en général et du muco-pus utérin en particulier, suivant les diverses périodes de la maladie. Voici le résumé et les conclusions de ce travail :

1° Les hématies sont susceptibles de s'altérer pathologiquement et expérimentalement, leur hémoglobine se changeant d'abord en hématine, puis l'hématine disparaissant progressivement.

2° Il y a lieu de distinguer deux espèces d'éléments blancs dans le pus : l'un, corps discoïde, lenticulaire, irrégulier, crevassé, sans noyaux, évolution ultime de l'hématie, morte pendant le phénomène inflammatoire, et réduite à l'état de caillot élémentaire décoloré; l'autre, corps sphéroïde, à noyaux discoïdes, véritable cellule lymphatique du pus louable, état embryonnaire des éléments épithéliaux en voie de formation.

3° Relativement à l'ordre de succession de ces faits histologiques, la

Il peut arriver que les taches, qu'un expert est chargé d'examiner, soient constituées à la fois par du sperme et du mucus vaginal ou utéro-vaginal. Ces taches sont grisâtres, empesées et circonscrites, comme les taches de sperme (Robin). On y retrouve les spermatozoaires, par les procédés que nous avons donnés. D'après Gosse, l'acide nitrique donne un précipité dans l'eau où ont macéré ces taches. Lorsque celles-ci sont uniquement formées par du mucus vaginal, elles sont ordinairement beaucoup plus grandes et plus nombreuses que des taches spermatiques. Il suffit d'avoir vu le lit même d'une toute petite fille, atteinte de leucorrhée, pour en être convaincu.

Quand il y a de la vaginite ou de la blennorrhagie, les taches sont verdâtres ou jaune verdâtre. Elles empèsent les tissus, qu'elles rendent durs au toucher ; le plus souvent, elles ont une certaine épaisseur et ne traversent pas les tissus. D'après le docteur Gosse, elles ne deviennent pas jaunes près du feu. Mouillées pendant quelques heures dans l'eau, elles perdent leur couleur et prennent une odeur caractéristique tout à fait différente de celle du sperme. Leur dissolution aqueuse portée à l'ébullition produit un coagulum albumineux blanc ; à froid, l'acide nitrique y produit également un précipité. Le résidu insoluble, opaque, du mucus, présente des éléments de l'épithélium, et des globules de pus. La teinture d'iode agit sur ces derniers, ainsi que sur les nucléoles et coagule le mucus intercellulaire en longs filaments (Gosse et Schmidt). L'ammoniaque rend le résidu visqueux.

Il est très important, en médecine légale, de pouvoir reconnaître les taches produites par les liquides qui s'échappent de l'utérus et du vagin, à la suite de l'accouchement normal ou provoqué, à terme ou avant terme.

clinique et l'histologie pathologique démontrent parallèlement : que le début de la suppuration, ou période inflammatoire, est caractérisé par la sortie, hors des vaisseaux sanguins, des éléments rouges, incolores et blancs du sang, plus ou moins altérés, et que la période terminale de la suppuration, coïncidant avec une réparation organique, est caractérisée par une exsudation migratrice presque exclusivement lymphatique, qui permet de considérer la lymphe comme un liquide embryonnaire rénovateur des tissus.

## § 1. DES LOCHIES.

Lorsqu'une femme vient d'être délivrée, même en dehors de toute hémorrhagie, elle continue à perdre du sang en quantité variable, par le fait de la rétraction de l'utérus. Ce sang présente des caractères particuliers, en ce sens qu'il est très riche en globules blancs, dont on trouve de un à cinq, pour cent globules rouges; quelquefois même, dit Robin, cette proportion est doublée.

A compter de la fin du *premier jour*, le liquide qui s'écoule par le vagin ne contient plus qu'un tiers environ de globules rouges ou hématies, à côté des autres éléments en suspension dans le fluide séro-muqueux des lochies; à côté des hématies on voit un grand nombre de globules blancs, tantôt isolés, tantôt réunis, et enfin des cellules épithéliales pavimenteuses du vagin. Parmi ces cellules « il en est qui sont sphéroïdales ou à peine polyédriques par pression réciproque, réunies en groupes, rarement isolées, semblables à celles de la profondeur de l'épithélium du vagin, ou des lèvres du col de l'utérus. Ces dernières, bien plus étroites que les autres et plus épaisses, renferment un noyau sphérique, parfois nucléolé, large de 7 à 8 millièmes de millimètre. Les autres ont un noyau ovoïde sans nucléole, et quelques-unes d'entre elles manquent de noyau (Robin).

Quand les femmes n'ont pas de fièvre et qu'elles étaient antérieurement bien portantes, le liquide n'a pas d'odeur désagréable; outre les éléments signalés plus haut, le liquide qui s'écoule du vagin contient encore un certain nombre de granules graisseux.

A partir du *deuxième jour*, on voit les globules blancs l'emporter en nombre sur les globules rouges; les lochies changent de couleur, de rouges qu'elles étaient, elles deviennent brunâtres, et au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'époque de l'accouchement, cette teinte pâlit de plus en plus, les lochies deviennent roussâtres, puis jaunâtres, puis grisâtres vers le cinquième jour, quand les choses se passent absolument d'une façon normale. Cependant, il ne faut pas oublier que ces phénomènes ne se succèdent pas toujours avec cette précision; il y a des femmes dont les lochies restent sanguinolentes plus longtemps; il en est d'autres qui, à l'époque de la montée du lait, généralement vers le troisième jour, ont une petite perte sanguine, qui ne se renouvelle pas. A partir du cinquième jour, il n'y a généralement plus de globules rouges, ou bien, ils sont très rares; les globules blancs, au contraire, dominent; ils deviennent même très volumineux et se remplissent de granules de graisse, en un mot, ils deviennent granuleux (Robin).

Les cellules pavimenteuses du vagin diminuent également de nombre :

ces cellules, dit M. Robin, sont généralement réunies par imbrication en lamelles plus ou moins larges, auxquelles adhèrent souvent des leucocytes, et l'on trouve de plus des cellules polyédriques ou presque sphéroïdales, semblables à celles des couches profondes de l'épithélium vaginal ou du col de l'utérus. Les granulations moléculaires grisâtres, en suspension dans le liquide devenu plus visqueux, sont beaucoup plus abondantes qu'aux époques antérieures, et les granules graisseux ont diminué de quantité.

D'après le Dr Gosse, les lochies forment des taches jaune grisâtre ou un peu rougeâtres. Les tissus qu'elles empèsent sont rudes au toucher. Elles sont sonvent plus claires à la périphérie qu'au centre. Lorsqu'on les approche du feu, elles ne changent pas de couleur. Traitées à froid par l'eau distillée, elles se détachent et le linge alors est coloré et non empesé. Si on filtre leur dissolution aqueuse et qu'on la fasse évaporer, elle devient semblable à de la colle à bouche (Gosse) et se colore en jaune brun; le liquide aqueux donne un précipité par la chaleur et par l'acide azotique. Ces taches, examinées au microscope, laissent voir des globules rouges en plus ou moins grand nombre, des cellules épithéliales à cils vibratiles, des cellules épithéliales cylindriques imbriquées, des globules de pus, des granulations graisseuses. Quand les lochies sont devenues presque incolores, c'est-à-dire laiteuses, les épithéliums et les cellules de pus deviennent plus rares, à mesure que l'on s'éloigne de l'époque de l'accouchement (Gosse).

### § 2. DES PARASITES DES ORGANES GÉNITAUX DE LA FEMME.

Parmi les parasites les uns sont visibles à l'œil nu, les autres au contraire sont microscopiques, le plus grand nombre d'entre eux appartiennent aux végétaux inférieurs, il en est néanmoins qui font partie du règne animal.

*Mode de propagation des parasites.* — Des parasites végétaux ou animaux peuvent être introduits dans les organes génitaux, à la suite d'injections, de lotions, d'applications de pièces de pansement, de substances médicamenteuses, d'instruments, etc. Les attouchements, l'onanisme, peuvent également favoriser l'introduction des parasites. Chez les personnes qui manient le blé ou la farine, dit le Dr Gasser, on trouve quel-

quefois sur les doigts des acariens qui peuvent ainsi être introduits dans les organes génitaux. Le coït est aussi un mode d'introduction des parasites. Haussmann raconte qu'il a trouvé des acares dans le vagin d'une femme qui ne présentait aucun symptôme de gale; malgré les recherches les plus minutieuses, il ne put découvrir sur le reste du corps le plus léger sillon, ni un seul acarus. Il est donc probable que ceux trouvés dans le vagin y avaient été introduits par son amant, qui avait la gale. Le pénis est en effet un organe de prédilection pour l'acarus.

Un certain nombre des parasites qui peuvent se trouver accidentellement dans l'urine, tels que le *Distoma hæmatobium*, peuvent pénétrer dans le vagin. Griesinger en a retrouvé dans le mucus vaginal d'Égyptiennes.

Ainsi que nous l'avons vu, un certain nombre de parasites habitant l'intestin peuvent pénétrer accidentellement dans le vagin. Les oxyures, dit le Dr Gasser, peuvent arriver dans le vagin par un mouvement de reptation, en contournant le périnée; d'autres fois, les parasites y pénètrent avec les matières fécales. Aussi, chez les personnes malpropres atteintes d'un catarrhe intestinal, il n'est pas rare de voir des parasites introduits dans les organes génitaux avec les matières fécales. D'autres fois, ces parasites y pénètrent par une fistule. On admet, enfin, que les oxyures peuvent être transportés directement par le malade dans le vagin. On sait en effet que ces vers occasionnent des démangeaisons très vives, qui poussent les malades à se gratter, de sorte qu'il n'est pas impossible que quelques-uns restent attachés aux doigts et soient ainsi introduits dans les organes génitaux. On a vu souvent des ascarides lombricoïdes pénétrer dans le vagin par une fistule recto-vaginale; mais les parasites qui arrivent le plus souvent dans cet organe, par cette voie, sont des œufs de tænia solium, d'ascarides lombricoïdes, le leptothrix buccalis, des spores, etc. On y rencontre rarement des œufs d'oxyures vermiculaires.

Bergmann a démontré l'existence de larves de mouches (*musca vomitoria*) dans le vagin.

En 1854, Stich a signalé l'existence de cysticerques dans le tissu utérin. Leuckart n'admet pas l'opinion de Vix, non plus que celle de Benedetti, qui prétend avoir trouvé ces parasites entre le placenta et la paroi utérine. Non seulement on peut trouver dans le vagin des ascarides complètement développés, mais Vix a signalé la présence dans le mucus vaginal, aussi bien que dans le mucus utérin, des œufs d'oxyure, mêlés à un certain nombre d'embryons en voie de développement. Cet auteur en conclut que les oxyures et probablement aussi les vers intestinaux peuvent se développer dans les organes géni-

taux de la femme. Dans un certain nombre de cas dans lesquels la présence d'ascarides lombricoïdes dans le vagin a été signalée, il y avait une fistule faisant communiquer le vagin et le rectum. Dans son ouvrage sur les entozoaires, M. Davaine rapporte également un grand nombre d'observations d'oxyures et de trichomonas trouvés dans les organes génitaux. Cet auteur n'admet pas l'expulsion d'échinocoques par le vagin, ne connaissant pas, dit-il, d'exemple de kyste hydatique ouvert spontanément dans la cavité du péritoine, ou du vagin, ni dans celle de l'utérus.

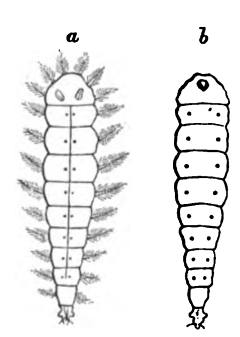



Fig. 385. — Larves de muscides du genre *Anthomya*, trouvées dans les déjections alvines. — *a*. Larve pourvue d'appendices latéraux. — *b*. Larve sans appendices. — La tête est dirigée en bas, le dernier segment placé en haut de la figure porte les stigmates. (D'après Laboulbène.)

Avant de passer à l'étude de quelques-uns de ces parasites, nous donnerons d'après le D^r Gasser le moyen de les recueillir. Il faut éviter, dit cet auteur, l'introduction du spéculum, les injections et toutes les recherches qui pourraient détacher ou détruire les champignons. On écarte avec le pouce et l'index les grandes et les petites lèvres, et avec un verre de montre, tenu de la main droite, on recueille le mucus qui tapisse leur face interne, ainsi que l'entrée du vagin. Si l'hymen existe encore, on se sert d'une curette, qu'on introduit à plusieurs reprises dans le vagin, afin de réunir une quantité de mucus suffisante pour l'examen microscopique. Ces précautions ont leur raison d'être, parce que les parasites végétaux des organes génitaux de la femme ne forment jamais des couches aussi épaisses que celles qu'on observe sur les surfaces exposées à l'air, généralement ; même ils n'atteignent pas le développement de ceux qu'on rencontre dans la bouche. Quelquefois on est obligé de faire un certain nombre de préparations avant de découvrir quelques mycéliums (Gasser, *loc. cit.*, p. 18) (1).

(1) Nous avons puisé de nombreux renseignements dans le travail du D^r Gasser. — Paris, 1874, *Sur les parasites des organes génitaux de la femme.*

Le *Pediculus pubis* ou *P. pudendi* (*vulgo* morpion) ne peut guère être considéré comme un véritable parasite des organes génitaux de la femme ; on le rencontre tout aussi fréquemment chez l'homme. Une bonne loupe suffit pour rendre compte des détails de sa structure générale. La forme du corps est triangulaire, le thorax n'est pas distinct de l'abdomen ; le milieu du dos est d'un brun rougeâtre ; les pattes sont longues, fortes, munies de grosses pinces, de couleur rougeâtre, particulièrement les deux paires inférieures. L'abdomen a huit segments et porte sur les côtés de petits tubercules garnis de poils rudes. La disposition et la force de ses pinces font qu'on ne détache le morpion de la peau, qu'avec une extrême difficulté. Il produit des démangeaisons plus fortes que les autres espèces de poux ; il pique même si fort, qu'il détermine la sortie de petites gouttes de sang. Les œufs ont la forme générale de ceux des poux, ils sont attachés aux poils de la région habitée (Gasser).

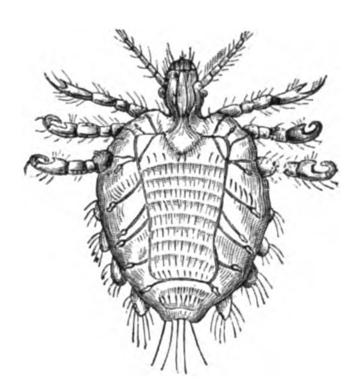


Fig. 386. — *Pediculus pubis*.

**Trichomonas**. — Cet animalcule ne se rencontrerait pas dans le mucus vaginal des femmes saines et propres, mais au contraire, il serait fréquent chez celles qui négligent tout soin de propreté et qui sont affectées d'écoulement suspect. Grâce à la coïncidence de l'existence du trichomonas et des globules de pus, il est assez difficile de retrouver le parasite microscopique qui présente avec ceux-ci plusieurs points de ressemblance. Ordinairement, il se déplace très peu et n'exécute que de faibles mouvements. Parfois, plusieurs individus se réunissent et forment un groupe, que l'on pourrait prendre pour une agglomération de globules de pus. Donné a fourni ce caractère, qui permet, suivant lui, de diagnostiquer pour ainsi dire la présence des trichomonades vaginales : quand cet animalcule existe, le mucus vaginal renfermerait des bulles d'air

qui lui donnent un aspect écumeux, tandis que dans l'état normal la matière qui le compose est homogène et n'est pas mélangée de bulles gazeuzes. Ce caractère serait constant. En regardant du mucus vaginal à un grossissement de 300 ou 400 diamètres, au milieu des globules de pus et des cellules épithéliales, on voit de petits corps qui, à première vue, peuvent être confondus avec des globules de pus. Ils s'en distinguent bientôt par des mouvements propres, indépendants des mouvements de courant et de totalité, que la capillarité et l'évaporation déterminent. Le doute cesse quand on voit que ces mouvements volontaires sont produits par l'agitation de petits cils ou filaments dont l'animal se sert, soit pour se déplacer, soit pour appréhender sa nourriture (Donné).

*Trichomonas vaginalis.* — Ce parasite est un infusoire flagellé de dimensions variables, mesurant de 15 à 25 millièmes de millimètre de longueur. Sa forme est aussi variable que sa taille. Lorsqu'ils se trouvent dans une certaine quantité de liquide, les *Trichomonas* ont une forme



Fig. 387. — *Trimchoonas vaginalis* d'après Henneguy.

globuleuse ou fusiforme, et se déplacent au moyen de leurs organes locomoteurs; lorsqu'au contraire ils sont mêlés à de nombreux globules de pus, ils exécutent entre ceux-ci des mouvements de reptation, et prennent un aspect amiboïde qui modifie constamment leur contour.

Le *Trichomonas* présente à l'extrémité antérieure du corps un petit prolongement sur le côté duquel s'insèrent les flagellums. Les anciens

observateurs n'avaient vu qu'un seul filament mobile; Leuckart et Hennig pensaient qu'il y en avait deux et quelquefois trois; Bütschli et Blochmann en décrivent trois; Künstler, qui a étudié avec soin cet infusoire, lui a trouvé constamment quatre flagellums; Henneguy a confirmé récemment l'exactitude de l'observation de Künstler.

L'extrémité postérieure du corps est tantôt arrondie, tantôt terminée par une pointe plus ou moins allongée. Depuis le point où s'insèrent les flagellums jusqu'à l'extrémité caudale, s'étend une fine membrane ondulante, qui décrit un tour de spire autour du corps. Chez les animalcules bien vivants, cette membrane exécute un mouvement ondulatoire très rapide; les anciens observateurs, qui avaient observé ce mouvement, l'attribuaient à une rangée de cils vibratiles; mais les observations de Künstler, Bütschli, Blochmann et Henneguy ne laissent aucun doute sur l'existence de cette membrane, qui devient bien visible sur des individus dont les mouvements sont ralentis par le froid.

Dans la partie antérieure du corps se trouve un petit noyau arrondi ou ovalaire, se colorant par le carmin chez les infusoires fixés par l'acide osmique. Donné et Künstler ont décrit aussi dans cette région une ouverture buccale; mais ce détail d'organisation n'a pas été vu par les autres observateurs. Le *Trichomonas vaginalis* n'a pas de vésicule contractile. On ne connaît pas encore son mode de reproduction; il est probable qu'il se multiplie par voie de division.

Ce parasite ne vit que dans le liquide vaginal à réaction nettement acide. L'eau et les liquides alcalins le tuent rapidement. Aussi ne le trouve-t-on pas chez les femmes qui se font de fréquentes injections vaginales. Pour l'observer, il suffit de prendre un peu de liquide vaginal, dans lequel on soupçonne sa présence, et de l'examiner avec un assez fort grossissement, avant qu'il ait eu le temps de se refroidir; on reconnaît alors le *Trichomonas* aux mouvements qu'il exécute; pour étudier son organisation, il est indispensable d'employer des objectifs puissants et un bon éclairage.

Haussmann a décrit des parasites qu'il a rencontrés dans le mucus vaginal : ces parasites sont arrondis, d'une dimension beaucoup plus faible que les trichomonas. Ils ont l'aspect de deux animaux d'inégale grandeur, accolés l'un à l'autre sur une de leurs faces, se confondant cependant manifestement par leurs deux extrémités en un seul animal et qui n'étaient munis que d'un seul appendice.

Outre ces parasites, on en rencontre encore de complètement recouverts de cils fins et courts, se dirigeant tous vers l'extrémité caudale et se distinguant par une absence totale de mouvements des cils qui entourent l'ouverture buccale. Ces

parasites d'un diamètre de $0^{mm},0033$ se distinguent des autres infusoires par leur complète immobilité. Salisbury en a fait une nouvelle espèce sous le nom de *Ciliaris bicaudalis*. Cependant, à part les cils dont ils sont entièrement recouverts, leurs appendices ne diffèrent pas de ceux qui ont été décrits dans les formes précédentes (Gasser).

D'après cet auteur, les mouvements des trichomonas s'observent non seulement à la température normale du vagin, mais persistent encore assez longtemps, à une température inférieure à 20° centigrades; au contact de l'eau, d'une solution de tannin, d'acide chromique, de sublimé, etc., les mouvements s'arrêtent et le parasite devient rigide. C'est ce qui explique pourquoi on trouve des trichomonas immobiles, chez les femmes qui ont recours aux injections. Le travail de l'accouchement leur est aussi préjudiciable que les injections, ou tout autre traitement local; car, de même que les parasites accidentellement déposés dans les organes génitaux, ils sont ou détruits ou expulsés. Au sixième ou au septième jour de la puerpéralité, ils peuvent cependant reparaître aussi bien dans les lochies que dans le canal vaginal (Gasser).

Haussmann (voir Gasser, p. 34, *loc. cit.*), sur 200 femmes grosses, a trouvé 75 fois des trichomonas, ce qui donne la proportion de 37 p. 100, et sur 100 femmes malades, mais non enceintes, la proportion s'est élevée à 40 p. 100.

Hennig prétend n'avoir jamais trouvé de trichomonas avant la puberté, ni après 40 ans; sous ce rapport il serait en contradiction, d'après le docteur Gasser, avec les autres observateurs, qui l'ont rencontré chez les petites filles de six à sept ans et chez des femmes ayant dépassé l'âge de la ménopause. On s'explique du reste pourquoi Hennig n'a pas trouvé de trichomonas chez les femmes âgées, c'est qu'à cette période de l'existence, la muqueuse vaginale ne présente plus des conditions aussi favorables à son développement (Dr Gasser). Ce serait dans le catarrhe virulent des organes génitaux, accompagné d'une sécrétion muco-purulente abondante, à réaction fortement acide, qu'on en trouverait le plus; dans ce cas, le dixième environ de ce muco-pus se compose de parasites vivants, accolés les uns aux autres.

Le *Bacterium termo* a été rencontré dans les liquides des organes génitaux; d'autres vibrioniens y auraient été également trouvés.

## § 3. DES TACHES LAISSÉES PAR LE LIQUIDE AMNIOTIQUE.

Avant la naissance, l'enfant est contenu dans une sorte de sac sans ouverture, constitué par plusieurs enveloppes, dont la plus interne est l'amnios; le fœtus baigne dans un liquide fourni par l'amnios et que l'on appelle liquide amniotique. On peut dans certains cas être chargé de déterminer si des taches trouvées sur du linge ont été produites par du liquide amniotique. Quand la poche des eaux se crève brusquement, le liquide est quelquefois projeté assez loin entre les jambes de la parturiente, et alors il peut laisser des taches formées presque exclusivement de liquide amniotique. Si, au contraire, le liquide amniotique s'écoule petit à petit pendant le travail et en assez grande quantité, au moment de l'expulsion de l'enfant, on a alors un liquide mélangé à du sang et aux produits de la sécrétion vaginale, si abondante pendant l'accouchement. Dans le premier cas, la détermination de la nature des taches est chose délicate; dans le second, la complexité des éléments qui entrent dans la constitution de la tache peut mettre sur la voie, en ce sens que l'on pourra trouver des éléments anatomiques facilement déterminables, mais qui masqueront complètement les caractères déjà si confus du liquide amniotique.

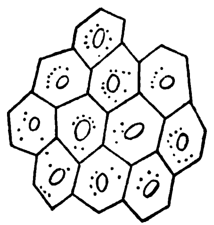


Fig. 388. — Épithélium d'un embryon de deux mois. Gross. de 350 diamètres (Kölliker).

Le liquide amniotique est généralement très fluide, tantôt d'une couleur un peu jaunâtre ou citrine, tantôt d'une couleur légèrement verdâtre. Lorsque l'enfant a souffert dans la cavité amniotique et qu'il y a rendu son méconium (Voy. ce mot), le liquide amniotique devient vert et laisse des taches assez facilement reconnaissables. Quand on laisse déposer du liquide amniotique, il abandonne parfois, dit Robin, un dépôt grisâtre composé de cellules épithéliales cutanées, et même du rein ou

de la vessie. Il contient de plus quelques leucocytes, avec de petits flocons de mucosine. On y trouve également des noyaux des cellules épidermiques fœtales, hypertrophiés et détachés. Suivant l'observation de M. Robin, les cellules les plus superficielles de l'épiderme fœtal ont un gros noyau qui disparaît à la fin du deuxième mois ou au commencement du troisième. Ce noyau s'hypertrophie et fait une saillie pyriforme à la surface du corps; il devient mamelonné; puis son point d'union avec la cellule se rétrécit en forme de pédicule. Celui-ci finit par se rompre, le noyau tombe dans le liquide amniotique, et la cellule reste alors sans noyau jusqu'à l'époque de sa desquamation (Ch. Robin, *Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux*. Paris, 1861).

L'acide acétique donne un précipité dans le liquide amniotique; l'acide azotique y révèle quelquefois la présence de traces d'albumine. Le liquide amniotique a une odeur spéciale bien connue des accoucheurs et qui rappelle celle du sperme; lorsque le fœtus est mis au monde mort et macéré, le liquide amniotique a parfois une odeur désagréable, mais en général il conserve bien les fœtus.

Voici quels sont les caractères assignés aux taches produites par le liquide amniotique. Ces taches ont une coloration variable, comme celle du liquide amniotique. D'après M. Tardieu, elles sont en général d'un gris jaunâtre et bordées par un liséré grisâtre très marqué. La dimension de ces taches peut être très considérable, puisqu'il peut sortir d'un seul coup, au moins un demi-litre de liquide amniotique. Ces taches empèsent un peu le linge, mais elles ne forment pas de croûtes à sa surface. Quand on examine au microscope l'eau dans laquelle on fait macérer des taches de liquide amniotique, on voit quelquefois des cellules épithéliales pavimenteuses, présentant un noyau fréquemment granuleux et des poils de duvet provenant du fœtus (Robin et Tardieu. — V. article *Poils*). On peut également y retrouver des noyaux de cellules décrits par M. Robin. Nous le répétons, le liquide amniotique seul laisse des taches difficiles à déterminer; il est du reste assez rare qu'il ne contienne pas des éléments étrangers pouvant permettre à l'observateur de remonter à l'origine des taches.

### § 4. DES SMEGMA.

On donne ce nom à des produits blanchâtres, d'une consistance crémeuse, d'aspect gras, que l'on trouve dans les plis des petites lèvres, ou entre le gland et le prépuce. Ces smegma ont une composition différente. Celui que l'on trouve dans les plis des petites lèvres est formé par un résidu épithélial et quelques gouttes huileuses, venant de la sécrétion des glandes sébacées de ces replis cutanés. Le smegma du prépuce a une origine différente, aucune glande ne concourt à sa formation. Il se présente, dit M. Ch. Robin, sous l'aspect d'une matière blanchâtre, demi-liquide, pâteuse, ou de consistance de savon mouillé, qui s'accumule au fond du repli balano-préputial chez l'homme, ainsi qu'entre les petites lèvres et le clitoris chez la femme. Le smegma se compose : 1° de cellules épithéliales pavimenteuses, minces, finement granuleuses, plissées, un peu irrégulières, ordinairement pourvues de noyaux, mais sans granulations graisseuses ; 2° de beaucoup de fines granulations moléculaires grisâtres, libres ou adhérentes aux cellules, quelquefois réunies en masses amorphes ; 3° quelquefois, surtout chez les enfants, de globes épidermiques ; 4° presque constamment, on y trouve quelques rares cristaux offrant les caractères de ceux de l'acide stéarique, bien que la réaction du smegma soit alcaline (Ch. Robin).

Le smegma préputial n'est pas le produit de glandes sébacées, il ne renferme pas de granulatious graisseuses, ni de ces cellules épithéliales de même caractère que celles que l'on rencontre dans la matière sébacée. Il est le résultat de l'accumulation de l'épithélium balano-préputial, humecté par le liquide qui exsude à la surface de toutes les muqueuses (Ch. Robin).

### § 5. DU SMEGMA OU ENDUIT FŒTAL (*Vernix caseosa*).

Quand un enfant vient au monde, il n'est pas rare de le voir plus ou moins complètement recouvert par un enduit blanchâtre et gras, plus abondant dans certaines parties du corps

que dans d'autres. Cet enduit n'est pas constitué, à proprement parler, par de la matière sébacée, mais bien, comme le dit Robin, par le résidu de cette sécrétion, c'est-à-dire par des cellules épithéliales, expulsées des glandes et agglutinées entre elles par la matière huileuse. Ce smegma fœtal est en quantité plus ou moins considérable, suivant les cas, mais il existe toujours. L'enduit sébacé est constitué par deux sortes d'éléments visibles au microscope : 1° des cellules épithéliales ; 2° des granulations graisseuses en très petit nombre. Voici la description que donne M. Robin de ces cellules épithéliales : Elles sont pavimenteuses, plutôt polyédriques, quand elles sont libres, qu'aplaties, si ce n'est quand elles sont pressées les unes contre les autres. Leur diamètre est de 2 à 3 centièmes de millimètre et rarement de 35 millièmes. Leurs angles sont ordinairement mousses, peu réguliers. Leurs bords n'ont

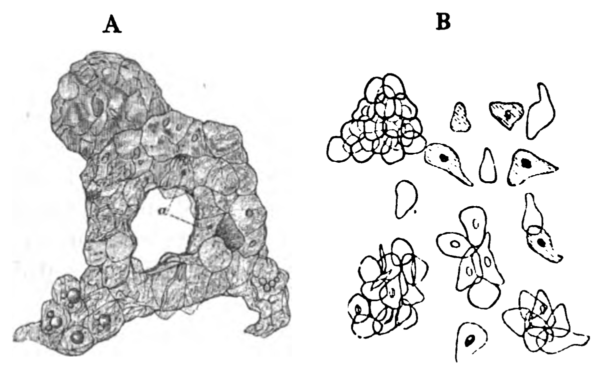



Fig. 389. — A. Lambeau d'enduit fœtal. — *a*. Corpuscules qui seront décrits à l'article *Méconium*. — B. Enduit fœtal traité par l'éther, cellules groupées ou isolées.

pas également, sur toutes, la netteté qu'ils offrent dans beaucoup de cellules épithéliales. Elles sont transparentes, incolores, très souvent plissées, ou marquées de très fines lignes, pâles, irrégulières ou rectilignes, se joignant les unes avec les autres sous des angles variés. Ces cellules manquent complètement de noyau (1), elles ne sont pas granuleuses ou à peine.

(1) On peut voir, par la figure 383, qu'un certain nombre de ces cellules ont un noyau parfaitement visible.

Grâce au liquide de nature graisseuse qui les imprègne, des bulles d'air restent adhérentes à leur surface, et l'eau les humecte difficilement, ce qui en rend l'examen plus difficile. — L'acide acétique et la glycérine pâlissent ces cellules; la glycérine les gonfle, en arrondit les bords et les rend plus nets. Les rares granulations graisseuses que l'on rencontre dans l'enduit fœtal sont adhérentes aux cellules épithéliales.

## § 6. ÉPIDERME FŒTAL.

On a vu, par une des figures qui précèdent, quels étaient les caractères de l'épiderme d'un fœtus de deux ou trois mois. Les cellules de l'épiderme d'un fœtus à terme sont un peu plus larges que celles du smegma cutané. Elles ont (Robin) de 4 à 5 centièmes de millimètre en général, elles sont plus transparentes, très minces, aplaties, imbriquées, plus régulièrement polygonales, souvent contiguës par leurs bords et juxtaposées en mosaïque; aucune n'offre l'aspect vésiculiforme et la forme sphéroïdale, comme certaines des précédentes. Leurs bords sont pâles, nets; leurs angles généralement bien déterminés, non arrondis. A la surface de l'épiderme, elles sont à peine granuleuses, quelquefois marquées de fines et pâles stries, à leur superficie, *dépourvues de noyaux* et presque tout à fait sans granulations; plus profondément, on en trouve quelques-unes qui offrent parfois un assez grand nombre de granulations grisâtres. Ces cellules sont rarement isolées; le plus souvent elles sont imbriquées en lamelles plus ou moins grandes. L'adhérence de ces lamelles épithéliales se fait par l'intermédiaire d'une substance intercellulaire, demi-liquide, que le nitrate d'argent colore en noir. Suivant la disposition de ces lambeaux d'épithélium, on voit les cellules de face, ou de côté, ou par leurs bords. On peut alors se rendre compte de leur épaisseur et de leur mode de superposition. Quand les lambeaux d'épiderme sont un peu grands, on peut voir les orifices des glandes sudoripares et ceux des follicules pileux (V. Robin, *Traité des humeurs*).

La connaissance de ce qui précède est très importante, au point de vue de la détermination des taches, dans des cas d'in-

fanticide. C'est à MM. Robin et Tardieu que l'on doit les notions qui suivent. Ces taches sont généralement d'une dimension qui rappelle celle d'un fœtus tout entier, dont elles offrent quelquefois même l'empreinte. Aussi n'en trouve-t-on souvent qu'une seule. Cette tache est d'un blanc grisâtre ; sur un tissu coloré, elle paraît beaucoup plus blanche. Elle est plus prononcée sur la face qui a été en contact direct avec l'enfant, que sur l'autre et présente, dans plusieurs de ses parties, une certaine épaisseur, due au dépôt d'une matière desséchée, compacte, graissant légèrement le tissu, s'enlevant sous forme de lamelles et qui n'est autre chose que de l'enduit fœtal desséché.

Quelques parties présentent fréquemment une teinte rougeâtre, due à du sang ; dans ce cas, la face externe du linge, surtout s'il est formé de chanvre ou de coton, peut être par places d'une couleur brun rouge, le sang ayant pénétré le premier dans le tissu et ayant été recouvert par l'enduit, ou ayant imbibé l'étoffe par capillarité. A la surface de la tache peuvent se voir des pellicules grisâtres, minces comme des pelures d'oignon, larges de 1 à 2 centimètres et à surface brillante. Enfin, ces taches sont quelquefois verdâtres, cette coloration se manifeste lorsque l'enfant a rendu le méconium pendant le travail (D[r] Gosse, *loc. cit.*, p. 65).

Voici quel est le mode opératoire conseillé par MM. Robin et Tardieu, dont l'efficacité a été reconnue par le D[r] Gosse. Après avoir fait imbiber les taches, d'après le procédé ordinaire, en ajoutant seulement un peu de glycérine dans l'eau, et après avoir laissé tremper pendant quelques heures les pellicules dans un verre de montre contenant ce liquide, on voit, avec un grossissement de 500 diamètres, que ces pellicules sont formées de cellules épithéliales pavimenteuses, régulièrement imbriquées, qui proviennent de l'épiderme. On y aperçoit l'orifice des glandes, ou des follicules pileux (voy. *Poils*), puis un petit nombre de poils de duvet, qu'on trouve sur le corps du fœtus et qui est parfaitement reconnaissable. Ces poils, souvent détachés de leurs follicules, et libres, sont pâles, incolores, légèrement striés en long, sans matière colorante dans leur épaisseur, larges de $0^{mm},03$, sans canal médullaire, à extrémités pointues, un peu irréguliers, à racine petite et effilée. On ne peut les confondre avec les poils de l'homme adulte, qui présentent les caractères suivants : diamètre variant de $0^{mm},06$ à $0^{mm},08$, extrémité libre un peu aplatie, substance pourvue de matière colorante, centre creusé d'un canal mé-

dullaire continu, ou interrompu et plein d'une moelle graisseuse, plus ou moins opaque. Sur les plus épais de ces lambeaux épidermiques, formés de cellules superposées, on pourra remarquer que les plus profondes d'entre elles sont plus petites que les autres et pourvues d'un noyau. Ce sont là des caractères qui appartiennent à l'épiderme encore mince du fœtus, quand il est enlevé par un frottement un peu rude, ou en raclant, caractères qu'on ne retrouve pas sur les lamelles épidermiques, détachées naturellement de la surface du corps de l'homme (Dr Gosse). Quand on peut détacher l'enduit fœtal sans le secours d'aucun liquide, il est préférable de l'examiner directement, sans addition d'eau, parce qu'en raison de l'enduit gras qui recouvre les éléments, l'eau ne les mouille pas; l'emploi de la glycérine est de beaucoup préférable.

Nous donnons ci-après le résultat d'une expertise faite par M. Ch. Robin (Briand et Chaudé; Duval et Lereboullet).

« Ayant saisi avec des pinces de petits lambeaux de pellicules qui adhéraient à la toile de la paillasse, nous les avons laissé tremper, pendant quelques heures, dans des verres de montre contenant de l'eau. Ils y sont devenus plus mous, plus transparents, faciles à dilacérer. Portés sous le microscope, entre deux lames de verre, et examinés à un grossissement de 500 diamètres, tous se sont montrés formés de cellules épithéliales, pavimenteuses, semblables à celles de l'épiderme superficiel du corps des fœtus à terme. Toutes ces cellules étaient imbriquées régulièrement; çà et là on voyait des orifices glandulaires, ou des follicules pileux, reconnaissables par l'imbrication concentrique des cellules épithéliales et par les lignes qui les circonscrivent. Nous y avons même vu un petit nombre de poils de duvet, qu'on trouve sur le corps des fœtus, et parfaitement reconnaissables à leur forme et à leur structure propre. Les cellules épithéliales étaient minces, aplaties, polygonales, à cinq ou six pans, larges en moyenne de 4 à 5 centièmes de millimètre.

« Leurs bords étaient minces, réguliers; la plupart étaient peu granuleuses ou, du moins, ne renfermaient que des granulations moléculaires, fines, grisâtres. Quelques-unes pourtant étaient plus foncées, par suite de la présence d'un plus grand nombre de granulations et du plus grand volume de celles-ci. Aucune ne contenait de noyau. L'acide acétique et la glycérine rendaient ces cellules plus pâles, plus transparentes, sans cependant les dissoudre, et en même temps permettaient de les dissocier plus facilement. Nous avons en outre rencontré à la surface des lambeaux d'épiderme, des granulations microscopiques, de forme et d'aspect divers, que leurs caractères extérieurs et leurs réactions chimiques nous ont fait reconnaître pour des grains de poussière. Dans l'examen des taches mêmes, qui entourent les pellicules épidermiques que nous venons de décrire, nous rencontrons quelques cellules épithéliales un peu plus petites que celles de l'épiderme proprement dit, et se rapprochant beaucoup des caractères offerts par celles du smegma cutané. »

# CHAPITRE XIX

## DES MATIÈRES FÉCALES, EXCRÉMENTS, OU FÈCES

Les matières fécales sont composées par des débris de substances alimentaires non digérées, mélangés aux résidus des humeurs versées dans le tube digestif.

En tenant compte de cette définition nous ne devrions pas commencer ce chapitre en parlant du *Méconium*, qui n'est pas à proprement parler un excrément, puisqu'il ne renferme aucune particule de matière alimentaire, étant fréquemment expulsé avant, pendant, ou immédiatement après la naissance. Si nous rapprochons l'étude de ce produit de celle des matières fécales, c'est parce que, peu de temps après la naissance, il est mélangé avec les parties non digérées du lait, et aussi parce qu'il est expulsé par le même organe que les matières fécales proprement dites.

### § 1. DU MÉCONIUM.

On a donné ce nom à la matière rejetée par les enfants, en raison des analogies de consistance et de couleur qu'elle présente avec le suc de pavots. Les principes de la bile n'entrent que pour un tiers dans sa composition, le reste paraît être fourni par l'intestin lui-même.

Nous ne nous occuperons que du méconium du fœtus, depuis l'âge moyen de sept mois jusqu'à terme. En effet, à partir du septième mois de la grossesse, quelquefois plus tôt, le méconium présente à peu près les mêmes caractères que ceux qu'il aura au moment de la naissance (Ch. Robin).

Le méconium est brun, ou brun verdâtre, d'une consistance visqueuse. Il renferme surtout un mucus spécial, qui tient

reliés ensemble tous les éléments anatomiques qui le composent.

« Par lui-même, dit M. Robin, ce mucus ne présente rien de bien particulier. Il est transparent, ses stries sont parallèles entre elles, rectilignes ou onduleuses, rapprochées les unes des autres en certains points, s'écartant ensuite et finissant par disparaître. Cette particularité est détruite par la dessiccation. Dans ce mucus on voit beaucoup de granulations moléculaires, grisâtres et très petites, ainsi que quelques granulations graisseuses. Elles ont une coloration jaunâtre, un centre brillant et un contour foncé. On rencontre, en outre, soit des cellules isolées, soit surtout des gaines encore tout entières, reproduisant la forme des villosités dont elles sont détachées, ou bien encore des lambeaux de l'épithélium qui tapisse l'estomac et le gros intestin. » (Ch. Robin.)

« A l'époque de la naissance, les cellules prismatiques qu'on y trouve sont tantôt isolées, tantôt juxtaposées en nombre plus ou moins grand. Elles sont généralement peu régulières, à bords moins nets que ceux des cellules prises à la surface même de la muqueuse; elles sont en même temps plus granuleuses, et peu laissent encore voir leur noyau ovoïde. On distingue pourtant leur extrémité adhérente, ou la plus étroite, de l'extrémité libre, un peu plus large, qui était tournée vers la cavité de l'intestin. La plupart sont teintées en jaune verdâtre foncé, par la matière colorante de la bile. Il est facile de reconnaître la nature de ces cellules, lorsqu'on a déjà vu les cellules semblables qu'on observe dans la bile prise dans la vésicule du fiel. « (Robin, *Traité des humeurs.*)

On trouve fréquemment de la cholestérine cristallisée dans le méconium. Les éléments qui le caractérisent surtout sont des grains, ou grumeaux de matière colorante verte de la bile (biliverdine). Pendant la vie extra-utérine, cette matière colorante, au lieu d'être en grains isolés, comme dans le méconium, est intimement mêlée au sérum biliaire. D'après M. Robin, ces granules affectent des formes différentes : tantôt ils sont globuleux ou ovoïdes, tantôt ils sont polyédriques et à angles arrondis. Cette dernière forme est même la plus fréquente. Le diamètre de ces grains est très variable (de 5 à 40 $\mu$); la plupart ont de 10 à 20 millièmes de millimètre. Ce caractère suffit pour empêcher qu'on les confonde avec des grains de chlorophylle.

L'acide nitrique produit sur ces grains la série de colorations que l'on observe, quand on le fait réagir sur les matières colorantes de la bile; cependant, la coloration violette est la seule nettement visible au microscope. Lorsque les enfants

ont tété, le méconium conserve encore sa viscosité, mais il est devenu vert-jaunâtre. On y trouve encore des cristaux de cholestérine, mais les granules de biliverdine sont devenus rares. Cette couleur est due principalement, dit M. Robin, à la présence de cellules épithéliales pavimenteuses, pâles, la plupart sans noyaux, quelquefois plus foncées, par suite de la présence d'un grand nombre de granulations jaunâtres. Ces cellules sont généralement étalées, quelques-unes plissées; rarement elles sont imbriquées; suivant M. Robin, elles proviendraient de l'œsophage et seraient entraînées par les premiers mouvements de déglutition.

Nous avons représenté en *a* (fig. 390) les granules de matière colorante verte, dont le volume est très variable, ainsi que nous l'avons dit, et qui passent par des colorations diverses sous l'influence de l'acide azotique. Les cellules épithéliales figurées en *b* sont, les unes incolores, les autres colorées en jaune, et




Fig. 390. — Éléments du méconium.



Fig. 391. — Éléments du méconium.

beaucoup d'entre elles contiennent, dans leur intérieur, des corps très petits, tantôt isolés, tantôt groupés, de couleur jaune orangé, affectant soit la forme losangique, avec des arêtes très pures, soit la forme figurée en *b* à la figure 391. Disons tout de suite que nous avons également rencontré ces petits corps dans l'enduit fœtal (1). Enfin, en *c* nous avons figuré les corpuscules réfringents, dont quelques-uns sont extrêmement fins.

Dans la figure 391 nous avons représenté, en *a*, des cellules

(1) V. la figure 382. Ces corps ont des dimensions très variables.

épithéliales groupées et contenant de ces petits corps jaune orangé, dont nous venons de parler, qui sont représentés en *b*, à un fort grossissement. En *c*, on voit des cristaux de cholestérine; enfin en *d* et en *e* la racine et la pointe de l'un de ces poils de duvet, que l'on rencontre si fréquemment dans le méconium.

Nous avons eu l'occasion d'observer un méconium peu coloré (fig. 392) dont l'aspect différait du méconium normal. Outre des cellules épithéliales représentées en *b* et contenant de ces petits corps losangiques déjà décrits, il y avait des masses, probablement formées de matière grasse, groupées ou isolées, ainsi que de fines granulations réfringentes. En *d* on voit une agglomération de granulations jaune orangé, granulations différant des corps losangiques, dont il a été parlé plus haut. Il y avait, en outre, des poils de duvet assez fortement pigmentés.

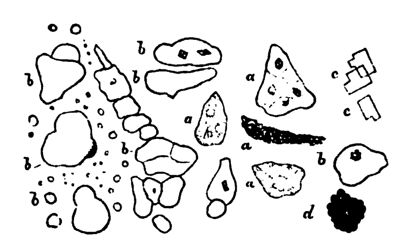


Fig. 392. — Méconium anormal.

Tous ces éléments étaient invisqués dans le mucus intestinal.

Le méconium peut se conserver très longtemps desséché sur un linge, ou dans un morceau de papier, sans exhaler aucune odeur. Au toucher il donne la sensation d'un corps gras; sa coloration n'est pas altérée : il peut se putréfier cependant, s'il ne se dessèche pas.

Les linges qui ont reçu du méconium sont colorés en jaune verdâtre, ou en brun verdâtre, suivant l'épaisseur de la couche de méconium, qui a été déposée à leur surface. Les taches sont rudes au toucher; en raison de sa viscosité, le méconium traverse rarement les tissus. Quand une couche de méconium assez épaisse s'est desséchée entre les plis d'un linge, il n'est pas rare qu'il s'en détache de larges écailles portant imprimées, sur chacune des faces en contact avec le linge, les reliefs du tissu; d'autres fois, il suffit de soulever légèrement l'un des bords relevés, de la couche desséchée du méconium, pour

la détacher complètement du linge. Quand on examine au microscope, à un grossissement de 500 D., du méconium ainsi recueilli, on voit qu'il est formé, comme il a été dit plus haut, d'un mélange de granulations, de cellules, de cristaux et de grumeaux, tenus en suspension dans le mucus. Nous avons vu quels étaient les caractères du mucus. Les granulations moléculaires ont un diamètre de $0^{mm},025$ à $0^{mm},075$, elles constituent la partie principale du méconium. Elles se dissolvent dans l'eau et dans l'alcool et paraissent être des granulations de mucus. Elles sont grisâtres et éparses d'une façon uniforme (Dr Gosse). Nous connaissons les réactions des granulations graisseuses ; quant aux éléments anatomiques, ils ont été décrits plus haut.

En raison de la facile conservation du méconium, les éléments qui le constituent sont assez facilement déterminables. Il y aurait un grand intérêt à fixer le caractère différentiel du méconium humain et du méconium des animaux.

### § 2. MATIÈRES FÉCALES DES ENFANTS NOURRIS EXCLUSIVEMENT DE LAIT.

Dès que l'enfant a introduit dans son tube digestif une certaine quantité de liquide ou de lait, le méconium change d'aspect : de vert qu'il était il devient vert grisâtre, ou vert jaunâtre. Bientôt les matières fécales de l'enfant sont striées de jaune. Cette couleur tend à prédominer chaque jour davantage, le méconium n'apparaît plus qu'en quelques points, sous la forme de granulations verdâtres. Vers le cinquième ou sixième jour (Dr Gosse, *loc. cit.*, p. 83 et suiv.), plus tôt, suivant nos observations, elles sont vert jaunâtre et offrent presque constamment des grumeaux blanchâtres, de dimensions très variables, depuis celle de la tête d'une épingle jusqu'à celle d'un gros pois. Le septième jour, quelquefois même le troisième, les matières fécales prennent une couleur jaune vif, qui a la plus grande analogie avec celle de l'omelette. C'est la coloration qu'elles garderont durant tout l'allaitement, si l'enfant est bien portant. Elles continuent à présenter des grumeaux blanchâtres, qui vont en diminuant dans les jours suivants, pour reparaître de temps en temps pendant toute la durée de l'alimen-

tation lactée. Cela a lieu, lors même que l'enfant est bien portant, et dépend d'une alimentation un peu trop abondante (Dr Gosse, *loc. cit.*). Les matières fécales d'un enfant à la mamelle ont toujours une odeur de lait aigri.

Dès qu'un enfant commence à souffrir, que son alimentation est mauvaise, ou insuffisante, ses excréments changent d'aspect. On les voit devenir verdâtres, les grumeaux sont plus volumineux et plus abondants. La couleur verdâtre s'accentue de plus en plus, quand l'enfant a une véritable diarrhée.

Quand on examine les matières fécales d'un enfant tout à fait bien portant, à côté des globules de lait, plus ou moins abondants, ayant échappé à l'action des sucs digestifs, on voit un grand nombre de fines aiguilles cristallines isolées, ou formant des masses, ou étoiles épineuses, et constituées par de la matière grasse. Parfois l'abondance de ces cristaux et de ces masses cristallines est considérable. A côté de ces cristaux, on voit des globules de lait déformés, opaques, paraissant s'être soudés et constituant quelquefois des masses assez volumineuses. Ces masses opalines contiennent fréquemment des cristaux, dans leur intérieur. Quand le lait de la mère est pauvre, les matières fécales de l'enfant semblent ne pas renfermer de cristaux de matière grasse. Des cellules épithéliales, en plus ou moins grand nombre, figurent également dans ces matières fécales. Des granulations jaunes, de formes diverses, les unes très fines, les autres groupées et paraissant être une transformation des masses verdâtres du méconium, donnent aux matières fécales du nouveau-né leur coloration jaune caractéristique (1). Outre ces éléments, il y a un très grand nombre de bactéries. Le mucus intestinal est très abondant, et, comme dans le méconium, il retient unis les éléments anatomiques qui constituent les matières fécales. Lorsque l'on met les matières fécales dans de l'éther, elles se prennent en une sorte de gelée, formée par le mucus intestinal, reconnaissable à ses stries parallèles et à l'action exercée sur lui par l'acide acétique. Les globules de lait sont emprisonnés et échappent en partie à l'action de l'éther.

(1) Sous l'influence de l'acide azotique, ces granulations passent successivement par une série de colorations, verte, bleue et rose violacé.

Les matières fécales des nouveau-nés subissent des modifications pathologiques plus ou moins profondes et généralement peu connues.

Sous des influences légères, on voit apparaître dans les matières fécales de petits îlots bleu verdâtre, qui semblent coïncider avec un trouble des fonctions digestives. Ces îlots, qui tranchent par leur coloration si spéciale sur la couleur jaune de l'ensemble, ne paraissent pas renfermer d'éléments spéciaux et sont seulement différemment colorés, probablement par des matières colorantes biliaires. Lorsque la nourrice a des crevasses sur le mamelon, alors même que le sang ne passe pas dans les organes digestifs de l'enfant, il est très fréquent de trouver, outre ces îlots de matières bleu verdâtre, de très nombreux leucocytes, provenant, suivant toute apparence, de la suppuration des crevasses du mamelon. L'enfant souffre évidemment d'un tel état de choses ; il y a dans les matières fécales un grand nombre de globules de lait inaltérés et pas de cristaux de matière grasse, dont la présence nous paraît coïncider généralement avec un état de santé florissante (1).

Il nous a semblé, en effet, qu'il y avait une sorte de balancement entre la présence dans les matières fécales de globules de lait et de cristaux de matière grasse. Quand les globules sont très abondants, il y a peu ou point de cristaux ; quand ces derniers dominent, il y a, au contraire, peu de globules inaltérés.

Nous avons examiné les matières fécales d'un enfant syphilitique, atteint d'ictère grave et athrepsique, qui a succombé peu de temps après cet examen. Cet enfant avait tété sa mère et avait bu du lait de vache. Les matières fécales étaient granuleuses et d'un *blanc jaunâtre*. Le microscope permit de voir qu'elles étaient presque exclusivement formées par des globules de lait inaltérés, au moins en apparence, et possédant leur pouvoir réfringent ordinaire. Les plus gros étaient cependant légèrement déformés.

On voyait également quelques cellules épithéliales, colorées

(1) Les matières fécales peuvent ne renfermer ni globules de lait, ni cristaux; il est probable qu'il y a alors digestion complète. Ce fait se rencontre assez rarement.

en jaune, et de ces granulations jaunes, représentant probablement les vestiges du colostrum. Ces éléments étaient invisqués dans le mucus intestinal, laissant voir un grand nombre de fines granulations.

Qu'était devenue la caséine dans ce cas particulier? Nous avouons qu'il n'est pas facile d'en démontrer l'existence dans les matières fécales des enfants nouveau-nés, au moins quand ils sont exclusivement nourris au sein. Les réactions de la caséine ne sont pas nettes et se confondent avec celles du mucus intestinal, si abondant dans les matières fécales des nouveau-nés. Nous verrons, un peu plus loin, que le Dr Gosse compare ces grumeaux blancs à du fromage ; pour l'aspect, c'est possible, mais pour la constitution la preuve n'est pas faite.

Les taches produites par les excréments d'enfants à la mamelle ont un aspect différent, suivant que ceux-ci sont bien portants ou malades. S'ils sont bien portants, si les matières fécales ont cette couleur d'omelette, qui est le signe d'une bonne santé, les taches qu'elles produiront deviendront un peu plus foncées par la dessiccation. Ces taches forment un relief plus ou moins considérable, généralement grenu, suivant l'épaisseur de la couche restée adhérente au linge. Celui-ci, au niveau des taches, est un peu rude au toucher. Si les matières fécales étaient émises seules, elles traverseraient rarement le linge, mais l'urine peut les délayer et, pénétrant le tissu, lui donner une coloration toute spéciale.

Le Dr Gosse appelle tout particulièrement l'attention sur les points suivants. Il a vu que ces grains de biliverdine, dont nous avons signalé la présence dans le méconium, persistaient constamment jusqu'au cinquième jour et, dans des cas exceptionnels, jusqu'au douzième jour et peut-être au delà.

En second lieu, à partir du cinquième ou du sixième jour, les grumeaux blancs que l'on y découvre sont formés exclusivement de caséum, renfermant des globules de lait irrégulièrement granuleux, demi-transparents et groupés les uns contre les autres; c'est un véritable fromage.

Sur cinquante-neuf échantillons de matières fécales examinés par le Dr Gosse, provenant d'enfants âgés de cinq à douze

jours, cet observateur a toujours constaté la présence de ces grumeaux, qui sont pour ainsi dire les résidus de l'alimentation lactée. C'est donc principalement à ce caractère que l'on reconnaîtra des matières fécales d'enfants nourris avec le lait.

## § 3. DES MATIÈRES FÉCALES.

La couleur des matières fécales est extrêmement variable, suivant le genre d'alimentation, et aussi suivant l'état des fonctions digestives ; cette coloration varie également sous l'influence d'inflammation de voisinage, telles que les péritonites, d'abcès ou de tumeurs ; dans les affections générales, que la muqueuse intestinale soit saine ou ulcérée, la coloration et l'odeur sont également modifiées. La couleur des matières fécales est généralement d'un brun plus ou moins foncé, quelquefois verdâtre, ou vert foncé, avec des traînées de mucus concret, ou demi-concret, à la surface. Cette teinte brun verdâtre peut parfois s'accuser davantage et aller presque jusqu'au noir ; d'autres fois, au contraire, cette couleur est jaune ou jaune roussâtre. D'une façon générale, les matières fécales, abandonnées à l'air libre, prennent une teinte très foncée, allant presque jusqu'au noir. La matière colorante verte des matières fécales est la biliverdine.

Quand on examine des déjections au microscope, on y rencontre des éléments de deux ordres : les uns provenant des aliments incomplètement digérés, les autres constitués par les résidus des humeurs versées dans le tube digestif (Ch. Robin, *Traité des humeurs*). C'est ainsi que l'on peut trouver des graines entières, ayant échappé, grâce à leur enveloppe, à l'action des sucs digestifs ; d'après Robin, ces graines n'auraient pas perdu toujours la faculté de germer. Nous en avons de nombreux exemples dans les observations qui ont été recueillies, de plantes issues de graines apportées dans certains pays par des oiseaux parcourant rapidement de grands espaces. Si les graines ont été écrasées, leur enveloppe échappe généralement à la digestion, parfois même une partie de leur contenu est retrouvé intact, au milieu des excréments ; on

voit encore des cellules contenant de l'amidon, des débris de cellules, des trachées à moitié déroulées, des grains d'amidon, des fragments de carotte, facilement reconnaissables à leur coloration. De tous les aliments, ce sont les légumes que l'on retrouve le plus souvent intacts, au milieu des matières fécales. Il est de la plus haute importance de se familiariser avec l'aspect de ces débris végétaux, ayant subi plus ou moins complètement l'action de la digestion. Dans les expertises médico-légales, il y a souvent un grand intérêt à savoir quelles substances ont figuré dans le dernier repas d'une personne morte dans des conditions anormales.

Il est très fréquent de trouver des fibres musculaires striées, au milieu des matières fécales ; il y a même des cas, où la digestion ne se faisant pour ainsi dire pas, on retrouve dans les excréments la viande à peine altérée. Certains tissus, tels que les ligaments jaunes (Robin), les tuniques des artérioles, résistent souvent à l'action des sucs digestifs et sont rendus à peine modifiés. Dans les matières fécales du chien, il est fréquent de rencontrer de petits fragments d'os. Si au contraire on examine des matières fécales d'herbivores, on y trouvera une foule de résidus cellulaires ou ligneux.

Lorsque les matières grasses entrent pour une très forte proportion dans l'alimentation, il y en a presque toujours un excès qui passe inaltéré et que l'on retrouve avec leurs caractères bien connus.

Il est commun également de rencontrer des grains d'amidon, tantôt intacts, tantôt altérés par la digestion, gonflés ou éclatés.

Une autre partie des excréments est formée par le reliquat des humeurs versées dans le tube digestif ; c'est pour cette raison que les personnes qui ne prennent pas du tout d'aliments peuvent néanmoins rejeter des excréments ; c'est également en vertu de la même loi, que des matières s'amoncellent peu à peu dans le côlon et dans le rectum des animaux soumis à la torpeur hibernale.

Lorsque nous avons étudié le méconium, nous avons vu qu'il était presque constant d'y rencontrer des cristaux lamellaires de *cholestérine*. Dans les matières fécales, on ne retrouve

pas ce corps, qui suivant les auteurs (Flint) s'est transformé par le travail digestif en *stercorine*.

Le *phosphate ammoniaco-magnésien*, au contraire, existe constamment, même dans les déjections normales, comme il est facile de le vérifier. C'est surtout dans les selles diarrhéiques qu'il est commun de rencontrer ces cristaux. M. Ch. Robin dit que chez des sujets soumis à un mauvais régime, dont les végétaux sont la partie dominante, il a trouvé le phosphate ammoniaco-magnésien, à l'état de gros cristaux, ou de groupes de cristaux, en quantité tellement considérable, qu'il évalue à un gramme la quantité de cristaux rendus à chaque défécation.

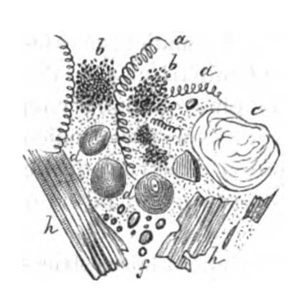



Fig. 393. — Débris d'aliments incomplètement digérés. — *a*. Trachée. — *b*. Amas granuleux de chlorophylle. — *c*. Cellule végétale ayant perdu ses grains d'amidon. — *f*. Globules gras. — *h*. Débris de fibres musculaires.

Quand on veut examiner des matières fécales au microscope, si celles-ci sont solides, il est nécessaire de diminuer leur cohésion, en y ajoutant une certaine quantité d'eau. Voici, d'après M. Ch. Robin, les différents éléments que l'on rencontre généralement : 1° un nombre considérable de fines granulations moléculaires, douées de mouvement brownien, les unes grisâtres, azotées, solubles dans l'acide acétique ; les autres jaunâtres, réfractant la lumière à la manière des corps gras, et d'autres enfin, souvent très abondantes, qui sont irrégulières, plus grosses que les précédentes et dont la nature n'a pas été déterminée ;

2° Des gouttes graisseuses généralement peu abondantes, en dehors du régime lacté, ou autres régimes dans lesquels les corps gras entrent pour une forte proportion ;

3° De nombreuses aiguilles jaunâtres de nature graisseuse, qui sont des fragments de cristaux aciculaires de stéarine, de margarine, d'acide stéarique ou margarique, ou des stéarates ou margarates ;

4° Des granulations de matière colorante de la bile, plus ou moins modifiées par l'acte digestif et d'autant plus nombreuses

que les matières sont plus colorées. L'acide azotique n'agit pas sur ces granulations biliaires, avec autant de netteté que dans le méconium par exemple : la réaction est fugitive, cependant la teinte rougeâtre par laquelle se termine la réaction azotique apparaît au bout d'un temps variable.

5° Comme nous l'avons dit, on trouve fréquemment des débris de tissu musculaire, soit parce que la digestion se fait mal, ou bien parce que la quantité de viandé ingérée a été trop considérable, ce qui est le cas le plus fréquent. On a également observé que plus la viande était cuite, plus elle résistait à l'action des sucs digestifs, d'où l'indication de manger la viande peu cuite, afin de ne pas condamner l'économie à accomplir une besogne inutile. Généralement, il est facile de voir la striation des faisceaux musculaires : ces débris sont colorés en jaune brunâtre, par suite de l'action tinctoriale de la biliverdine. La forme et le volume de ces fragments de tissu musculaire sont, comme on le comprend, très variables.

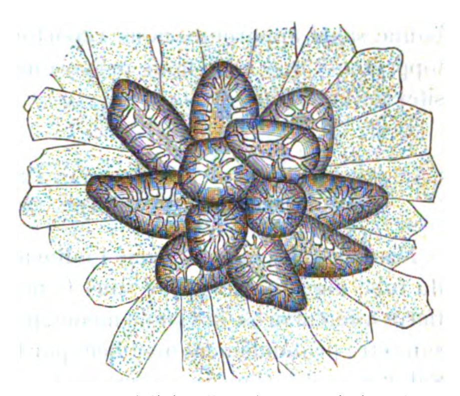


Fig. 394. — Cellules dites pierreuses de la poire.

6° Robin appelle encore l'attention sur les fibres élastiques du tissu lamineux des ligaments ou des membranes jaunes élastiques. Généralement, ces tissus ayant résisté seuls à l'action de la digestion sont complètement débarrassés des autres. Des fragments d'artères ont été pris parfois pour des vers intestinaux (Ch. Robin).

7° Nous avons signalé l'existence dans les matières fécales de cellules végétales et même de débris entiers de végétaux. Les cellules pierreuses provenant de l'ingestion de fruits, ou de médicaments (cannelle, etc.), se retrouvent dans les matières fécales. Nous n'insistons pas davantage sur ce point, en

raison des détails donnés dans la première partie de cet ouvrage, sur la structure des végétaux.

On peut trouver également des spores de champignons que l'on rencontre dans les selles ; leurs caractères anatomiques peuvent, dans un cas d'empoisonnement, servir à diagnostiquer à quelle espèce, comestible ou toxique, on a eu affaire. On consultera sur ce point le travail de Boudier (de Montmorency) sur les champignons, au point de vue de leurs caractères usuels, chimiques et toxicologiques.

8° Bien qu'il soit fréquent de rencontrer des œufs de vers intestinaux chez des personnes, surtout chez des enfants, d'une bonne santé apparente, nous reportons cette étude aux développements que nous nous proposons de consacrer aux parasites de l'intestin.

### § 4. DES MODIFICATIONS PRODUITES PAR LES MALADIES SUR LES DÉJECTIONS INTESTINALES. — MATIÈRES FÉCALES PATHOLOGIQUES.

Nous savons déjà que, sous l'influence de diverses affections du tube digestif, groupées sous le nom de dyspepsie, les matières alimentaires, la viande même, peuvent traverser l'intestin sans être profondément modifiées par l'action des sucs digestifs. S'il y a une lésion du pancréas, les matières grasses passent pour ainsi dire inaltérées et se retrouvent sous forme huileuse, ou de suif, à la surface des excréments. En même temps, dit Ch. Robin, les faisceaux primitifs ou striés des muscles passent presque intacts, et souvent même sans être dissociés, c'est-à-dire sans être plus isolés les uns des autres, qu'ils ne le sont dans le chyme, au sortir de l'estomac.

On voit encore, suivant le même auteur, des lobules de tissu adipeux, sphériques, ou lenticulaires, flottant çà et là, ou adhérant aux flocons, formés par les masses musculaires incomplètement dissociées. Robin attribue la coloration jaunâtre de ces globules et l'opalescence plus ou moins complète qu'ils présentent, à un commencement de saponification produite par les sucs digestifs.

Les déjections des cholériques ont été étudiées avec beaucoup de soin, par Ch. Robin, Legros, Goujon et Papillon. Dans

un certain nombre de cas, les déjections des cholériques sont formées uniquement d'un liquide qui n'est nullement visqueux, n'abandonnant quelquefois rien, quand on le laisse au repos.

Quand, au contraire, il se forme un léger dépôt, celui-ci est constitué, d'après Robin, des éléments suivants : 1° des cellules épithéliales isolées ou sous forme de lambeaux, réunies parfois en petits amas visibles à l'œil nu ; ce sont des cellules épithéliales, dit Robin, qui forment avec quelques leucocytes cette matière blanche toute particulière, assez semblable à une décoction de riz mal cuit, qui constitue presque à elle seule, chez certains cholériques, la totalité des déjections ;

2° De petits cristaux aciculaires d'acides gras (stéarique ou margarique), isolés ou groupés ;

3° Quelquefois de petits grains blancs, de consistance pâteuse, formés d'une masse centrale, tantôt grasse, tantôt huileuse, se divisant facilement en petits fragments, réfractant assez fortement la lumière et parsemés de petits cristaux d'acide stéarique ; les grains sont souvent entourés d'une couche de cristaux aciculaires, d'acide stéarique ou margarique, comme feutrés ensemble ;

4° Souvent des débris de tissus végétaux, ou de tissus animaux, ainsi que des gouttes libres d'huile ;

5° Des amas ou fragments de matière amorphe molle, finement et uniformément granuleuse, comme le sont certains mucus concrets ;

6° Rarement des leucocytes ;

7° Des globules de ferments ;

8° La plupart des éléments qui viennent d'être signalés sont fréquemment englobés dans des flocons de mucus intestinal ;

9° Quelquefois des œufs d'entozoaires.

**Des évacuations alvines sanguinolentes et puriformes** (Ch. Robin, *Traité des Humeurs*). — A l'état normal, le mucus fourni par le gros intestin est grisâtre, demi-transparent et filant ; le mucus renferme des flocons qui paraissent finement striés au microscope. Entre les stries se trouvent des granulations graisseuses, des leucocytes en petite quantité et des cellules épithéliales desquamées, dont les agglomérations sont disposées en séries, ou en traînées (Ch. Robin). Dans la dy-

sentérie, ce mucus est rejeté à l'état de flocons plus ou moins volumineux; l'acide acétique rend ces stries plus visibles. Ces flocons tiennent emprisonnés des leucocytes et des cellules épithéliales. Les déjections devenant rapidement sanguinolentes, on y trouve un grand nombre d'hématies, qui ne présentent pas l'état crénelé ou frangé, ni la désagrégation en granules, qu'ils subissent dans l'intestin grêle. Les leucocytes sont parfois tellement abondants, qu'ils donnent une apparence puriforme au liquide. On y voit aussi des cellules épithéliales prismatiques, généralement devenues ovoïdes, et des noyaux libres d'épithélium. Ces cellules, ajoute M. Ch. Robin, sont souvent chargées de granulations graisseuses, parfois ce sont des gaines épithéliales entières, des villosités de l'intestin grêle, à cellules plus ou moins granuleuses, qui sont mêlées à ces divers éléments, avec des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien et des vibrions. Le tout nage dans un mucus glaireux, homogène ou en flocons striés (Ch. Robin, *loc. cit.*).

Lorsqu'il y a des ulcérations chroniques dans l'intestin, le nombre des globules blancs l'emporte sur celui des globules rouges; les selles peuvent prendre un aspect puriforme. Dans des cas assez nombreux, des abcès provenant de divers points de la cavité abdominale, du rein, des annexes de l'utérus, peuvent s'ouvrir dans l'intestin. Quand le foyer purulent qui s'est ouvert est considérable, on peut avoir des déjections presque uniquement formées de pus, présentant une coloration gris verdâtre particulière, plus ou moins fétide.

Le plus souvent, les leucocytes sont accompagnés d'hématies et de mucus intestinal. Parfois, à la suite de la rupture ou de l'ouverture spontanée de l'abcès, il se forme dans le foyer de petites hémorrhagies, à la suite desquelles il apparaît, dans les déjections, du sang en quantité plus ou moins considérable, quelquefois même de véritables caillots fibrineux.

### § 5. DES CONCRÉTIONS INTESTINALES ET EN PARTICULIER DU SABLE INTESTINAL.

Dans un chapitre précédent nous avons parlé des calculs biliaires. Nous ne mentionnerons que pour mémoire les corps

étrangers volumineux, qui se forment dans les voies digestives des grandes espèces d'animaux ruminants, ou solipèdes, et connues sous le nom de bézoards ou d'égagropiles. Les détails qui suivent sont empruntés à une communication faite à l'Académie de médecine le 18 novembre 1873, par notre maître le professeur Laboulbène. On a observé dans l'intestin de l'homme des concrétions d'un assez gros volume. L'une de ces concrétions, décrite avec détails par M. Laboulbène, présente, au point de vue microscopique, cette particularité intéressante, qu'elle était composée de fragments végétaux provenant de cariopses d'avoine et d'éléments minéraux organiques. Les plus fréquents des corps étrangers intestinaux sont les noyaux, les graines de fruits alimentaires, les débris d'os, d'arêtes, sans compter tous les objets qui peuvent être introduits accidentellement dans les voies digestives, ou les calculs venus du foie. M. Laboulbène rappelle, avec raison, combien sont graves les accidents que peuvent produire ces corps étrangers, quand ils s'arrêtent dans une portion de l'intestin et surtout quand ils s'engagent dans l'appendice iléo-cæcal. L'inflammation des parois intestinales, la perforation de l'appendice sont possibles et sont suivies de péritonite, ou de phlegmon iliaque.

A côté de ces concrétions d'un volume relativement considérable, il se produit, dans l'intestin, du sable ou du gravier intestinal. M. le professeur Laboulbène a fait connaître six observations d'expulsion de sable intestinal; nous renvoyons à sa communication pour les détails cliniques des observations, ne conservant que ce qui a surtout trait à nos études.

1° A l'œil nu, la matière sableuse était formée de petits grains brunâtres, séparés, fins, ayant en moyenne un demi-millimètre de diamètre, mais un certain nombre n'avaient que deux ou trois dixièmes de millimètre. Avec une forte loupe, on constatait que les plus gros grains, foncés en couleur, étaient inégaux à leur surface, ceux de moindre volume étaient un peu moins colorés; et placés sur une lame de verre, beaucoup offraient un aspect hyalin, ou un peu transparent. Après macération dans une eau légèrement acidulée, soit par l'acide acétique, soit par l'acide chlorhydrique, la plupart des granulations brunâtres laissent voir qu'elles sont revêtues et comme empâtées d'un manière organique, et leur surface paraît hérissée de cristallisations irrégulières Il y a donc une partie

centrale cristalline et une portion enveloppante organique, nettement isolée par une solution de potasse caustique. Les grains, petits et un peu plus transparents au premier abord, étaient formés par des cellules tantôt séparées, tantôt réunies en groupes, rarement arrondies, plus ordinairement polyédriques, à parois épaisses, à contenu ovoïde ou irrégulier, et d'un brun rougeâtre, placé dans la cavité de chaque cellule Les parois étaient traversées par des canaux fort nombreux, régulièrement espacés, venant de l'intérieur et allant à la périphérie. Il résulte de cet examen de M. Laboulbène, que ce n'est pas à du sable ordinaire que ressemble cette matière sableuse, car elle est enveloppée d'une substance organique ou enrobée, pour ainsi dire, dans une gangue particulière. La malade par conséquent n'a pas simplement déposé le sable dans ses déjections. Soumis à l'analyse chimique, ce sable s'est montré composé de carbonate de chaux, de silice, de traces de fer et de matière organique. — La malade ne prenait ni magnésie calcinée, ni craie préparée.




Fig. 395. — Sable intestinal (Laboulbène). — *d, d, d, e, e.* Masses d'apparence cristalline composées de petits corps agglomérés. — *e, e.* Masses plus petites et plus anguleuses. — *f, f, f, f.* Grains siliceux, à cassure nette et régulière. — *b, b, o.* Cellules à parois épaissies et à noyau foncé, pareilles aux cellules végétales qui proviennent des grains dits pierreux des poires. — *a.* L'une de ces cellules plus grossie, montrant sur sa paroi les canaux qui vont de l'intérieur à l'extérieur. — *c.* Fragment d'un tissu végétal parcouru par des tubes trachéens, trouvé dans le tube intestinal.

2° Chez un autre malade, M. Laboulbène a également recueilli du sable intestinal, dont il donne la description suivante : Les granulations sont jaunâtres, assez semblables entre elles, ayant 1/3 à 1/2 millimètre de diamètre, les moindres seulement 2 à 3 dixièmes de millimètre. La loupe fait voir tout de suite qu'elles sont irrégulières sur leur surface. Au microscope, on trouve que presque toutes ces granulations sont hérissées de petits points cristallins. D'autres sont, au contraire, formées par des cellules végétales à paroi épaisse et à noyau volumineux. Il y a enfin des granulations constituées par des fragments, à cassure nette, semblables à du verre brisé. Ces fragments sont identiques aux débris siliceux qui forment le sable ordinaire. L'analyse chimique a démontré que ces calculs étaient formés de silice, de phosphate de chaux et de magnésie et d'une faible quantité de matière organique.

3° Dans une troisième observation, les granulations remises au Dr Laboulbène étaient plus grosses que dans le second cas; elles étaient

roussâtres, la plupart avaient un demi-millimètre de diamètre. Leur surface, à la loupe et au microscope, était revêtue de prolongements prismatiques, sous la forme de cristaux irréguliers. M. Laboulbène a nettement constaté la présence de cellules végétales et même de petits grains orbiculaires, ayant un sommet pointu et recourbé, et pleins de tissu végétal. L'analyse chimique a montré que ces granulations avaient une composition analogue au sable de la deuxième observation.

Dans ces cas, comme dans les précédents, les malades avaient une alimentation très riche en matières végétales; dans plusieurs autres cas observés par M. Laboulbène, la composition des grains de sable a été trouvée la même par M. Méhu.

En résumé, dit M. Laboulbène, on peut dire que la matière sableuse intestinale, différente de la gravelle biliaire et des concrétions stercorales, reconnaît pour origine les matières siliceuses ou organiques végétales venues du dehors. Sur ces noyaux, comme autour d'un centre, des couches de matières azotées et du phosphate ammoniaco-magnésien se déposent, comme sur un corps étranger quelconque, séjournant dans le gros intestin. Les granulations du sable intestinal ne sont donc pas analogues aux calculs rénaux, mais au contraire aux calculs vésicaux, ayant pour centre ou noyau, un corps venu dans la vessie et encroûté de substances calcaires.

## § 6. TACHES DE MATIÈRES FÉCALES.

Nous n'insisterons pas sur les éléments que l'on peut rencontrer dans les taches de matières fécales, puisque nous venons d'énumérer les principaux. On comprend combien sont nombreuses les variétés de couleur, d'épaisseur, que peuvent présenter de semblables taches. D'après B. Ritter, cité par le Dr Gosse, l'hygroscopicité naturelle de la matière sur laquelle une tache excrémentitielle s'est produite exerce une grande influence sur son extension, l'intensité de sa coloration, sa dessiccation et la conservation de sa forme. Plus la matière a de tendance à absorber l'eau des matières fécales, et plus est grande la périphérie sur laquelle se répandent les produits qui ont été entraînés, ou qui y sont dissous, et plus l'extension de la tache est rapide, aux dépens de son intensité. Leur dimension changera aussi (V. Gosse, *loc. cit.*) d'après la plus ou moins grande

consistance des excréments. Enfin, leur forme variera suivant qu'elles ont été produites par le simple écoulement des matières fécales, ou qu'elles ont été obtenues par le frottement. Dans ce dernier cas, elles ne donneront que peu ou point de croûtes, et de plus elles présenteront des traînées irrégulières qui se réunissent. Les bords seront dentelés, comme ceux des empreintes laissées sur un linge plissé par une substance colorée (Robin et Tardieu, cités par le Dr Gosse). Plus la tache occupe une large surface, plus sa dessiccation s'opère rapidement, plus les restes des aliments qui ont échappé à la digestion et qui se trouvent mêlés aux excréments s'épaissiront. Ces taches présenteront, en outre, une grande tendance à s'exfolier et à se séparer des tissus. C'est généralement sur la face postérieure de la chemise que l'on trouve les taches de matières fécales : quant aux taches que l'on peut rencontrer sur les draps, sur du linge, leur disposition est extrêmement variable. Dans les taches par frottement, on peut ne pas rencontrer les éléments qui caractérisent ordinairement les matières fécales. La détermination est alors plus délicate. Il est difficile de différencier les matières fécales de certains animaux, ayant une alimentation à peu près semblable à celle de l'homme. C'est une question à étudier. Quant aux animaux qui sont exclusivement herbivores, leurs matières fécales offrent des caractères qui ne permettent pas de les confondre avec celles de l'homme.

Ch. Robin (*Traité du microscope*) donne les conseils suivants, pour la préparation des matières fécales et du contenu des intestins. Quand ce contenu est liquide, les préparations se font comme pour les autres fluides. Le contenu de l'intestin est généralement à l'état pultacé, ou de pâte plus ou moins ferme : les préparations se font donc le plus souvent par simple dissociation, sur le porte-objet, des parcelles que l'on veut examiner, et que l'on place préalablement dans une goutte d'eau ou de sérosité incolore. Pour bien se rendre compte de l'état des fragments de tissus végétaux, ayant incomplètement subi l'action de la digestion, on pourra étudier avec fruit les excréments des chenilles, des insectes parfaits, des mollusques et d'autres animaux herbivores. Chez les espèces ovipares, on

trouve, à la surface des excréments, des grains d'urate de soude provenant de l'urine, qui a une consistance demi-pâteuse. L'addition d'un acide permet à l'acide urique de se déposer avec ses caractères habituels.

### § 7. DES BACTÉRIENS ET INFUSOIRES QUI SE TROUVENT DANS L INTESTIN.

Grâce aux conditions favorables d'humidité et de température qui existent dans l'intestin, il s'y développe pendant la digestion un grand nombre d'animalcules. Les animaux, comme l'homme, ont des animalcules dans leur tube intestinal : Leuret et Lassaigne ont constaté l'existence des monades dans l'intestin des grenouilles : d'après Gruby et Delafond, les ruminants auraient quatre espèces d'animalcules vivants dans les deux premiers estomacs ; mais dans le troisième et le quatrième, ainsi que dans les matières excrémentitielles, on ne trouve plus que les carapaces de ces infusoires ; ces carapaces dont parlent Gruby et Delafond proviennent très probablement des acariens si nombreux dans les foins.

Dans les matières fécales normales et fraîches, Cornil et Babes (*loc. cit.*) signalent un certain nombre de Bactériens, ce sont :

Tout d'abord deux grandes espèces correspondant comme taille au *Bacillus subtilis* (voir page 293) mais immobiles, et donnant lieu aux caractères de culture suivants :

1° Le premier cultivé sur l'agar-agar se développe en forme d'un mésentère avec des rayons anastomosés.

2° Le second, présente une surface lisse, avec des gouttelettes à la périphérie. En 10 heures, un tube en est complètement couvert.

3° Un Bacille plus petit, et qui se développe lentement en culture, sous la forme d'un voile ; il est plus rare, et pathogène, contrairement aux précédents.

4° et 5° Deux espèces qui paraissent jouer un rôle important dans les phénomènes digestifs, car l'une décompose les matières albuminoïdes et l'autre les matières hydro-carbonées.

En outre, on connaît le *Bacille des selles* qui ne liquéfie pas la gélatine et forme des colonies brunâtres, un peu réticulées à leur surface. Ces bacilles sont un peu semblables à ceux de la fièvre typhoïde, mais ils ont le double de longueur.

Diverses autres espèces de bacilles ont été cultivées, qui avaient été prises dans le mucus intestinal normal. Ces espèces étudiées par Cornil

et Babes ressemblent quelque peu aux bacilles en virgule du choléra, mais ils n'agissent pas de même en présence de la gélatine, et offrent dans leur forme, leur épaisseur ou leur longueur des caractères qui les distinguent de cette espèce.

Parmi les microcoques, il y a à signaler le *Streptococcus des selles* normales, qui est en chaînettes assez semblables à Streptococcus pyogènes. Il ne liquéfie pas la gélatine et donne sur elle des colonies brun foncé, grenues.

En 1864, M. Davaine a trouvé un assez grand nombre de Cercomonas (*C. hominis*, Davaine) dans les matières fécales de malades atteints de choléra ou de fièvre thyphoïde. Les Cercomonas sont des monadiens pourvus d'un grand cil locomoteur et d'une queue, ou d'un seul cil, qui se rencontrent dans beaucoup d'infusions, dans les sérosités, ou le mucus en voie d'altération. On en compte plusieurs espèces (Ch. Robin).

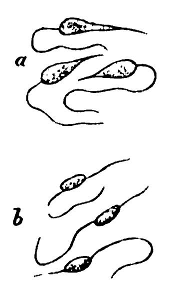



Fig. 396. — *Cercomonas*. *a*, munis d'un seul cil. — *b*, munis d'un cil locomoteur et d'une queue.

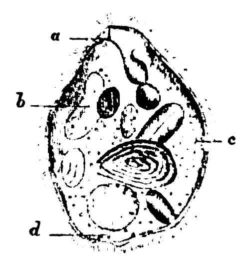



Fig. 397. — *Plagiotoma coli* ou *Paramecium coli* (Malmsten). — *a*, bouche. — *b*, nucleus. — *c*, vésicule contractile. — *d*, anus.

Malmsten de Stockholm a observé des Paramécies (*Paramecium coli*, Malmsten) dans les déjections liquides et purulentes de malades atteints de diarrhée chronique, avec ulcérations intestinales. Le froid tue ces animalcules, que l'on peut faire vivre en les maintenant à la température du corps humain. — Le *Paramecium coli* de Malmsten est décrit par M. Ch. Robin sous le nom de *Plagiotoma coli*. — Les Plagiotoma sont des bursariens à corps comprimé, plus ou moins circulaire ou ovalaire, avec des cirres buccaux dans un sillon spiral. Il en est qui vivent dans l'eau, mais la plupart se trouvent dans le mucus intestinal.

M. Dounon, dans ses recherches sur la diarrhée parasitaire de la Cochinchine, a trouvé des monades, ainsi que des vibrions, dans les déjections des malades soumis à ses soins. La première forme sous laquelle le vibrion apparaît dans le mucus est celle de granules excessivement fins, visibles seulement aux plus forts grossissements, réguliers, doués d'un mouvement brownien très vif, qui permet de les reconnaître dans le milieu qui les contient. Ces granules se réunissent ensuite en séries linéaires, commençant par deux, trois, quatre granules. Arrivés à ce chiffre, il en est qui présentent déjà des mouvements. Mais quand ils ont acquis $0^{mm},004$ de longueur, $0^{mm},003$ de largeur, ces mouvements sont bien plus prononcés, ils représentent alors des bâtonnets allongés, terminés par deux extrémités carrées, à peine arrondies et parfaitement semblables. Ils se trouvent en quantité telle, en certains cas, que le champ du microscope en est plein. Ces vibrions linéaires ne s'arrêtent pas à cet état; ils s'accroissent en longueur et, arrivés à $0^{mm},02$ et même à $0^{mm},01$, avec une épaisseur de $0^{mm},002$, ils perdent leurs mouvements. Ils sont alors transformés en bâtonnets de Leptothrix. Ceux-ci sont droits ou coudés à angles plus ou moins obtus. Ils sont souvent isolés, mais parfois on les rencontre formant, par leur association, des touffes plus ou moins étendues ou réunies sur un point central, formant une véritable boule épineuse.

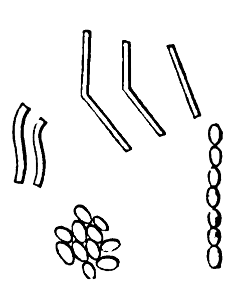


Fig. 398. — Microphytes vibrioniens. — Leurs diverses formes dans les selles dysentériques (Dounon).

On trouve aussi des spores d'*oïdium* et des séries linéaires de ces spores (Dounon, *Description des parasites de la diarrhée de Cochinchine et des affections parasitaires du tube digestif*).

**Des parasites que l'on trouve dans les déjections des diarrhéiques, qui ont contracté leur maladie en Cochinchine, en Afrique, etc.** — On sait combien est redoutable cette affection, à laquelle succombent, même après leur retour en Europe, un grand nombre de malades. Nous renvoyons, pour l'étude des caractères cliniques de la maladie, aux travaux publiés sur cette

affection, sur son traitement, par les médecins de la marine, MM. Normand, Leroy de Méricourt, etc.

Il est singulier que la découverte de ces nématoïdes se soit fait si longtemps attendre, si l'on considère qu'ils ont près de 1 millimètre de longueur et qu'ils se trouvent en nombre prodigieux dans les matières expulsées. On estime qu'il peut en être rendu depuis 100,000 jusqu'à 1 million en vingt-quatre heures. Il a donc suffi d'examiner les déjections au microscope pour y trouver ces parasites. — L'honneur d'avoir fait cette découverte revient, nous le répétons, au Dr Normand. On trouve ces vers à toutes les périodes de développement, dans les déjections. Si on se propose de les rechercher dans une autopsie, on les trouve dans le tube digestif depuis le cardia jusqu'au rectum, dans le canal pancréatique, dans les conduits biliaires et la vésicule du foie. Ils existent principalement dans une couche de matière épaisse, formée par des produits de sécrétion intestinale, mêlés à des débris alimentaires, couche qui se trouve en contact avec la membrane muqueuse depuis le pylore jusqu'à l'*S* iliaque du côlon.

C'est le Dr Bavay, professeur d'histoire naturelle à l'École de médecine de Toulon, qui a donné la description de ces parasites (voy. Davaine, p. 968 et suiv.) :

A l'état adulte, l'animal est long environ de 1 millimètre et large de 0mm,04. Le corps est cylindrique, lisse, un peu aminci en avant, beaucoup plus effilé en arrière. La bouche est formée de trois lèvres peu distinctes, dont une impaire trilobée. L'œsophage musculeux, triquêtre, occupe environ la cinquième partie du corps ; il est divisé en trois portions : une antérieure allongée, plus étroite en avant, brusquement rétrécie en arrière, en une sorte de détroit, qui constitue la partie moyenne : celle-ci allongée et précédant une partie postérieure dilatée en un gésier ovoïde. On distingue vers le milieu de celui-ci une tache en forme d'*y*, qui indique une valvule cartilagineuse ou armature stomacale. L'intestin, renflé antérieurement en un ventricule, fait suite à l'appareil œsophagien et vient aboutir à un anus latéral, près de la base de la queue ; il a ses parois peu visibles, mais une paire de glandes d'un jaune brun le limite de chaque côté dans toute sa longueur. Cette glande est disposée habituellement par masses symétriques. L'ensemble de ces organes est toujours, dans la femelle, plus ou moins déplacé par la masse des œufs.

La vulve est située au côté droit du corps, un peu au-dessous du milieu. Elle donne accès dans un utérus étendu en avant et en arrière, et contenant à la maturité de vingt à trente œufs, plus ou moins empilés ;

les œufs sont d'un brun corné, puis jaunes et laissant voir l'embryon. Ils éclosent parfois dans l'utérus. La femelle ne présente le long du corps ni ailes, ni plis, ni tubercules. Le mâle, plus petit que la femelle d'un cinquième environ, a un testicule entourant la masse de l'intestin et les glandes annexes, qui vient aboutir à un appareil situé à la naissance de la queue à droite, très près de l'anus. Cet appareil pénial est constitué par deux petits spicules cornés, recourbés, renflés à leur base, amincis au sommet et insérés sur un même plan transversal de l'animal. Une pièce cornée très mince, située un peu en arrière, plus courte, plus

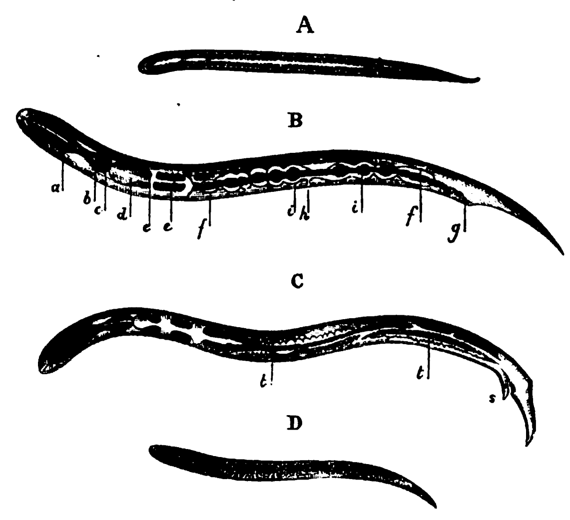



Fig. 399. — *Anguillula stercoralis*. A. Premier âge. — B. Femelle adulte. — C. Mâle adulte. — D. Embryon. — *a*, *b*, premier et deuxième renflements œsophagiens. — *c*, valvule. — *d*, estomac (?). — *e*, foie (?). — *f*, ovaire. — *g*, anus (?). — *h*, vulve. — *i*, œufs. — *t*, testicule. — *s*, spicule.

large que les spicules, se recourbe en forme d'ombilic autour de leur base. La queue est plus courte que chez la femelle et toujours contournée à droite, comme les spicules.

Ces caractères sont ceux de l'âge adulte.

A la sortie de l'œuf, les organes digestifs du jeune ver sont à peine apparents : l'intestin est moins long, relativement à l'œsophage, et l'utérus est invisible. C'est à l'âge moyen que ces vers se rencontrent le plus souvent, et c'est à cette période de leur développement que le médecin doit surtout les connaître. A ce moment leurs dimensions sont en longueur $0^{mm},33$, en largeur $0^{mm},022$. L'œsophage laisse assez bien voir sa forme caractéristique, analogue à celle d'un pilon à deux têtes, l'une cylindrique, l'autre sphérique. L'intestin contient des globules gras pro-

venant sans doute du lait, qui constitue le régime du malade. L'utérus n'apparait que sous la forme d'une vésicule au côté droit de l'animal, la vulve n'est pas encore ouverte. Cinq jours suffisent pour que le *Rhabditis stercoralis* atteigne son complet développement dans des circonstances favorables; de là son extrême abondance dans l'intestin des malades (Bavay).

Les embryons éclosent parfois avant la ponte : souvent les œufs sont pondus, contenant déjà un embryon distinct et mobile; beaucoup plus rarement, ils sont expulsés avant leur développement complet. Les anguillules peuvent être conservées vivantes, pendant cinq à six jours, dans les matières intestinales, où elles continuent à se développer. Quand l'embryon sort de l'œuf, il a environ $0^{mm},10$ de longueur; l'œsophage occupe les deux cinquièmes antérieurs du corps, le reste du tube digestif est peu distinct. L'embryon acquiert bientôt $0^{mm},24$ de longueur et devient alors très agile, mais on ne distingue pas de nouveaux organes. Lorsqu'il atteint une longueur de $0^{mm},33$, apparait au côté droit la vésicule qui est le premier indice de l'intestin. Le passage de la période embryonnaire à cette seconde période, qui est celle de la larve, est marqué par une mue.

Avant de passer au *deuxième âge*, le ver prend sur ses bords un aspect dentelé, qui lui donne un peu l'apparence d'une scie à chaîne, puis on le retrouve comme engainé dans un tube, un peu plus long et un peu plus large que lui, dans lequel il se meut d'abord obscurément, puis il s'agite assez vivement, mais sans pouvoir progresser. La gaine dont il cherche à sortir est extrêmement transparente, et, quand elle est bien débarrassée des corpuscules qui lui adhèrent et dont elle est d'abord comme hérissée, on voit à travers elle le ver et ses organes intérieurs caractéristiques. Un examen prolongé permettra d'assister à la sortie du ver, qui commence ses évolutions dans les liquides environnants, tandis que sa gaine restera sur place, surtout apparente par ses contours et quelques plicatures (Normand).

Le Dr Bavay a proposé de donner au ver de la diarrhée de Cochinchine le nom d'*Anguillula stercoralis;* ce parasite se rapprocherait beaucoup du *Rhabditis terricola* de Dujardin, genre *Leptodera* de Schneider.

L'*Anguillula stercoralis* se rencontre toujours dans les déjections des malades atteints de la diarrhée de Cochinchine; il est un autre parasite, également décrit par M. Bavay, qu'on y trouve fréquemment, mais pas d'une façon constante. M. Bavay, ayant étudié un ver nématoïde trouvé dans des déjections ou il accompagnait l'*Anguillula stercoralis*, n'a pu le faire entrer dans aucune des classifications modernes; ce savant naturaliste propose de l'appeler provisoirement **Anguillula intestinalis**. Voici la description qu'en donne M. Bavay :

Longueur de l'adulte 2mm,20, largeur moyenne 0mm,034. Le corps, un peu aminci en avant, se termine assez subitement en arrière, par une queue conique, dont la pointe est très sensiblement arrondie et même un peu dilatée à l'extrémité. Avec un grossissement suffisant, la surface paraît très finement, mais très régulièrement striée en travers, dans toute sa longueur. La bouche ne présente aucune armature cornée, mais seulement trois lèvres fort petites. Elle donne accès à un œsophage à peu près cylindrique qui occupe environ un quart de la longueur de l'animal, sans présenter ni renflements ni stries, et qui est suivi d'un intestin avec lequel on le confondrait facilement, sans un brusque changement de teinte. Cet intestin s'étend jusque vers l'extrémité postérieure du corps; mais il cesse presque d'être visible dans la partie moyenne occupée par un ovaire très allongé. La vulve est située au tiers postérieur de l'animal, et, dans son voisinage, l'utérus contient cinq à neuf œufs assez allongés, isolés les uns des autres et devenant un peu confus, à mesure qu'ils s'éloignent de la vulve.

L'anus, en fente transversale, est situé vers la base de la queue. Les œufs et les viscères sont d'un jaune verdâtre, assez opaques, et semblent très finement granuleux. Tous les individus observés étaient des femelles ovigères, ou bien ils ne présentaient aucun organe sexuel mâle ou femelle, quoique leur taille fût assez grande... Dans les matières où l'on rencontre le ver, on trouve assez souvent des tronçons contenant des œufs; parfois on aperçoit ces œufs isolés et reconnaissables à leur forme allongée; dans quelques-uns, l'embryon est en voie de formation, et présente alors une rangée de cellules dorsales très remarquables; dans d'autres, l'embryon est plus avancé et fait même deux tours complets. (Pour plus de détails, voy. Davaine, *loc. cit.*)

Malgré son caractère parasitaire, la diarrhée de Cochinchine n'est pas contagieuse: comme nous le verrons ci-après, on contracterait cette maladie en buvant des eaux non filtrées et non bouillies.

L'**Ankylostome duodénal** se rencontre dans les déjections de certains malades. Il a été observé d'abord à Milan et à Vienne. Il est surtout fréquent en Égypte et plus encore dans certaines contrées de l'Amérique du Sud. Pour les détails cliniques, on consultera l'ouvrage de M. Davaine, p. 933, auquel nous empruntons la description suivante:

Les vers appartenant au genre *Ankylostomum* (Dubini) sont des vers cendrés à corps cylindrique; tête un peu amincie, bouche en forme de ventouse subcornée, dont l'ouverture est ample, circulaire, tournée vers la face dorsale; dents situées dans la bouche, en dedans de la marge inférieure, au nombre de quatre : le pharynx est infundibuliforme, à parois résistantes; œsophage musculeux, s'élargissant en arrière; tégu-

ment strié en travers; deux éminences coniques ou papilles opposées, situées à la limite du premier sixième de la longueur totale du corps; anus latéral, un peu en avant de l'extrémité de la queue. — *Mâle* pourvu d'une bourse caudale terminale, entière, excisée en dessous, multiradiée, ex-appendiculée, pénis double et très long. *Femelle* à queue obtuse; vulve située en arrière. Vivipare.

*Ankylostome duodénal* (Dubini). — Tête arrondie au sommet; limbe de la bouche muni de papilles coniques inégales, deux plus petites;

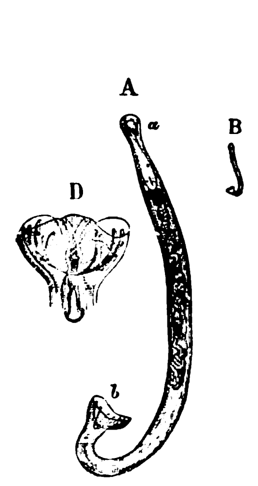



Fig. 400. — *Anchilostomum duodenale*, mâle. — B. De grandeur naturelle. — A. Le même grossi : *a*, extrémité céphalique. — *b*, extrémité caudale. — D. Extrémité caudale fortement grossie, pour montrer la disposition de la bourse et des rayons qui la soutiennent. (Davaine.)

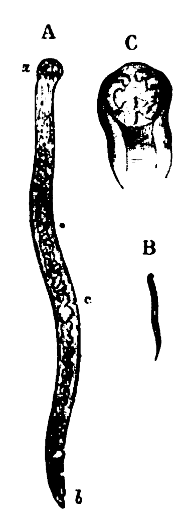



Fig. 401. — *Anchilostomum duodenale*, femelle. — B. Grandeur naturelle. — A. La même, grossie : *a*, extrémité céphalique. — *b*, extrémité caudale. — *c*, orifice vulvaire. — C. Extrémité céphalique fortement grossie pour montrer la disposition de l'armature buccale.

crochets terminant les papilles, convergeant par leur sommet; corps droit ou légèrement courbé, transparent en avant; ventricule globuleux noirâtre, visible par transparence; partie postérieure jaune rougeâtre. *Mâle* aminci en avant, long de 6 à 8 millimètres; extrémité caudale infléchie, bourse cyathiforme, formant deux lobes à cinq rayons, disposés par quatre de chaque côté, et trois au milieu; tous les rayons simples, excepté le médian, qui est bifurqué au sommet. *Femelle*, longueur 8 à 10 millimètres; épaisseur 0$^{mm}$,27; extrémité postérieure terminée en pointe conique; vulve située vers le quart postérieur.

Le mâle et la femelle se trouvent dans la proportion de 1 à 3 (Dubini). Dav. *Synop.* CXIX.

Le D[r] Dounon a encore appelé l'attention sur certains parasites qu'il aurait rencontrés chez des malades atteints de la diarrhée de la Cochinchine. Il a décrit en particulier un *Ankylostome dysentérique;* et a trouvé aussi la Linguatule (voir fig. 402). De même il signale sous le nom de *Strongylus sanguisuga* un parasite qu'il aurait trouvé sur des malades atteints de la diarrhée d'Afrique. Ces observations paraissent mériter de nouvelles recherches.

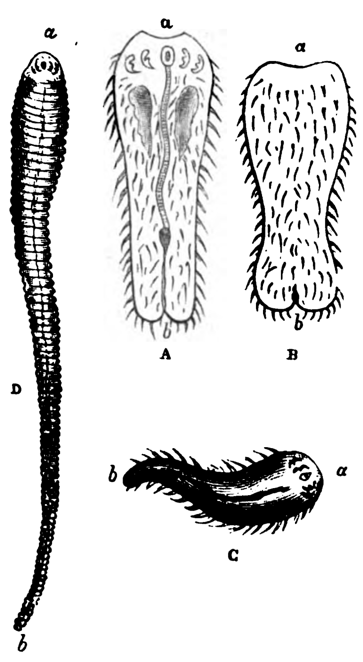



Fig. 402. — A. Linguatule, larve (face ventrale) raccourcie par la concentration. — B. Linguatule, larve (face dorsale). — D. Linguatule mâle. — C. Linguatule jeune asexuée. — *a*, extrémité antérieure. — *b*, extrémité postérieure (correspondant à l'anus dans les figures C, D et à la vulve dans les figures A et B). Ces parasites se rencontrent dans les matières fécales des personnes atteintes de la diarrhée de Cochinchine. (Dounon.)

On a parfois accusé les larves de certains insectes de produire, en pénétrant dans le tube digestif, une irritation plus ou moins marquée et de déterminer ainsi de la diarrhée. C'est ainsi que le D[r] Dounon signale un cas de diarrhée produite par les larves des chenilles du *Carpocapsus pomomama*. Il est à remarquer, à ce sujet, que les vers des fruits comme ceux du fromage meurent et sont digérés dans le tube intestinal de l'homme sans causer d'accidents et que le rôle pathologique des larves d'insectes est somme toute très problématique.

Il nous resterait maintenant à parler des parasites qui produisent également de la diarrhée, tels que le ténia, l'oxyure, les lombrics, etc. Parmi ces parasites, il en est dont à chaque état on retrouve la trace, soit dans le tissu, soit dans les déjections ; il nous a donc paru plus naturel d'étudier rapidement

chacun de ces parasites, en indiquant les moyens de reconnaître leur présence. Pour toutes les questions cliniques, pathologiques et physiologiques, ainsi que pour certains développements d'un ordre purement zoologique, nous renvoyons

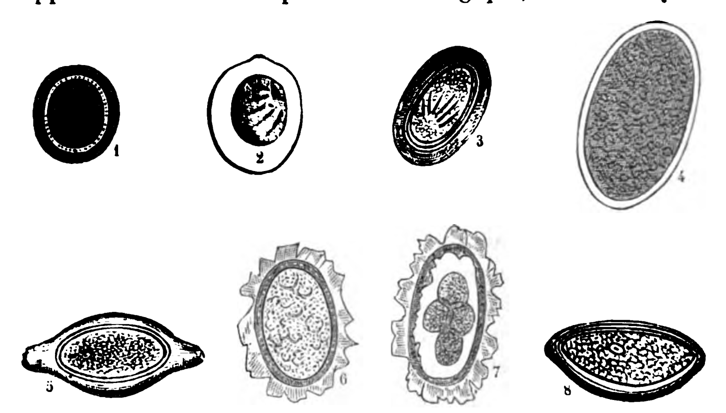



Fig 403. — *Œufs d'entozoaires.* (Davaine.) — 1. Tænia solium armé (gr. 340). — 2. Tænia proglottidien, renfermant un embryon dont on aperçoit les crochets (gross. 350). — 3. Tænia inerme (gross. 340). — 4. Botriocéphale (gross. 340.) — 5. Tricocéphale (gross. 350). — 6. Ascaride lombricoïde (non fractionné, gross. 250). — 7. Le même plus développé, renfermant des cellules embryonnaires. — 8. Oxyure vermiculaire (gross. 400).

le lecteur aux œuvres de Van Beneden, de Davaine, de Laboulbène, etc., etc. Nous donnons ci-contre, d'après M. Davaine, une figure des œufs des parasites les plus fréquemment rencontrés dans les matières fécales. La connaissance de ces différentes formes est absolument nécessaire (fig. 403).

---

# CHAPITRE XX

## DES PARASITES

Notre intention est de ne parler que des parasites que l'on rencontre le plus fréquemment et qu'il est absolument néces-

saire de connaître. Le but que nous nous proposons est de signaler leur existence, d'indiquer les moyens de les reconnaître, renvoyant pour de plus amples détails aux traités spéciaux. Nous réunirons dans ce chapitre des individus appartenant à des espèces complètement différentes, mais que nous groupons sous la dénomination générale de parasites.

1° **Des Helminthes.** — Nous diviserons les Helminthes comme il suit :

1° Les *Cestoïdes,* qui à l'état parfait se montrent sous l'aspect de longs rubans segmentés transversalement;

2° Les *Trématodes,* verts plats en forme de cœur ou de feuilles;

3° Les *Nématoaes,* vers cylindriques.

Dans la majorité des cas, un simple coup d'œil suffit pour différencier ces parasites. Mais si l'on veut pousser plus loin l'analyse et appuyer son diagnostic par des caractères anatomiques irrécusables, on ne tarde pas à s'apercevoir que pour établir dans quel genre, dans quelle espèce on doit ranger le parasite, il faut recourir à l'observation microscopique. Pour mener à bien une recherche généralement délicate, il faut suivre certaines méthodes, dont la connaissance est indispensable, pour obtenir rapidement des résultats positifs.

### 1° CESTOÏDES. — TÆNIA SOLIUM.

1° **État cystique.** — La connaissance du tænia solium à cet état est de la plus haute importance parce que le cysticerque ladrique se rencontre dans la viande du porc (cysticerque de la cellulose, ladrerie du porc), et que le cysticerque peut également se rencontrer chez l'homme, où il produit des troubles très graves, surtout quand il occupe le cerveau. Avant d'étudier ces cas particuliers, nous allons donner la description du cysticerque.

Le cysticerque ladrique se présente sous l'aspect d'une vésicule oblongue ou elliptique, rarement sphérique, limitée par une membrane mince et élastique, d'un blanc jaunâtre. D'après Laboulbène, l'enveloppe serait double : l'une extérieure, kyste adventif et indépendant de l'animal ; l'autre,

qui n'est autre que l'animal lui-même, à l'état vésiculaire, replié ou invaginé, c'est-à-dire rentré ou inversé sur lui-même. Les enveloppes présentent une ouverture, une sorte de hile ou de pertuis, entouré d'un cercle blanchâtre, par où sort l'animal, quand il projette sa tête ou son cou, sous forme d'un très petit tubercule blanc. L'incision de cette vésicule donne issue à une petite quantité de liquide et met à nu le

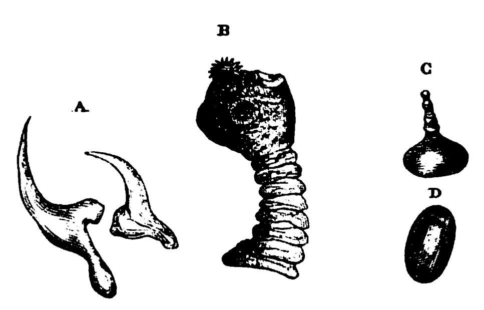



Fig. 404. — *Cysticerque ladrique.* — De grandeur naturelle en C, en D; et B, l'animal est considérablement grossi et montre la tête avec les quatre ventouses, la double couronne de crochets et suivie du cou ridé. En A, deux crochets, un de chaque rangée, considérablement grossis.

scolex qui s'y trouve invaginé et représente la tête du tænia parfait.

Le scolex doit être extrait avec soin, débarrassé des débris de la vésicule, puis examiné dans le liquide cystique, si celui-ci est en quantité suffisante, soit dans du sérum. On n'exercera d'abord qu'une légère compression, puis on pourra placer le cysticerque dans la glycérine et le traiter par l'acide acétique, qui attaquera les corpuscules calcaires, déjà nombreux à cette période de développement. On verra alors, au sommet du scolex ou tête, une double couronne de trente-deux crochets longs de 0,17 millimètres (grands crochets) et de 0,12 millimètres (petits crochets), et au-dessous, quatre ventouses symétriquement disposées.

Tels sont les caractères du cysticerque normal, mais l'âge peut le modifier considérablement, en y apportant des changements notables : les points pigmentaires, souvent à peine indiqués dans le jeune scolex, finissent quelquefois par l'en-

vahir complètement et lui donner un aspect noirâtre ; mais cette prolifération de la matière pigmentaire n'est rien, auprès de l'abondance avec laquelle les concrétions calcaires se montrent dans ces vieux cysticerques ; ils subissent une véritable transformation crétacée.

D'autre part, la vésicule elle-même peut présenter un épaississement plus ou moins considérable des parois, offrir des plicatures ou devenir muriforme, etc. Un examen attentif, l'emploi de solutions acides, la recherche des crochets (parfois masqués par les grains pigmentaires, ou les corpuscules calcaires), permettent de reconnaître la nature de ces productions. Dans la viande de porc, il est rare d'avoir à reconnaître des cysticerques altérés de la sorte, mais chez l'homme (cerveau, muscles), c'est surtout à cet état qu'on les rencontre. Ces différences s'expliquent parfaitement par les conditions dans lesquelles se font ces observations et par le mode de développement des Téniadés.

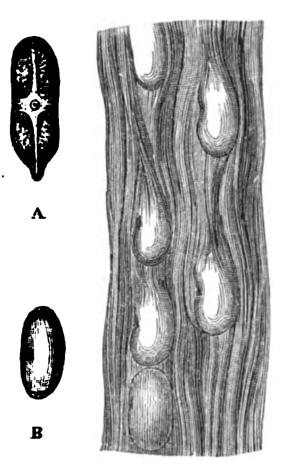


Fig. 405. — Fibres musculaires (C) renfermant les vésicules du Cysticerque, ou *Cysticercus cellulosæ*. — A, B. Vésicules oblongues, isolées du kyste adventif ; elles sont pourvues d'une ouverture par où l'animal porte au dehors la tête et le cou. (D'après Laboulbène.)

*Localisation du parasite.* — Quand on trouve chez le porc, dit M. Laboulbène (*Des Helminthes cestoïdes de l'homme*), vers la base de la langue et de chaque côté du frein de cet organe, des élevures opalines, demi-transparentes, globuleuses, ovoïdes, soulevant la muqueuse et faisant saillie sous le doigt, on peut affirmer que le porc est ladre. Le siège de prédilection des cysticerques est dans la langue, le cou, les épaules, le cœur, dans les muscles intercostaux, les psoas, les masses musculaires de la cuisse, celles de la région vertébrale postérieure, etc.

Les masses musculaires de porc ladre, sectionnées, coupées et renfermant un grand nombre de cysticerques, offrent sur

la tranche des séries de loges ou d'alvéoles de cysticerques, tantôt déchirés, tantôt pleins de liquide. Quand les parasites sont altérés ou morts, la vésicule se déforme, le pertuis s'oblitère, les crochets du rostre se détachent (Laboulbène). On consultera pour de plus amples détails les figures de M. Davaine sur les cysticerques ladriques (*Synopsis*, XLI, édit. de 1877).

Le tissu conjonctif profond offre aussi, à la face externe des muscles, les vésicules ladriques ; on peut les voir sous la plèvre, par transparence, attachées aux muscles intercostaux, et dans le cœur sous le feuillet viscéral du péricarde. Il est tout à fait exceptionnel de trouver des cysticerques dans les muscles du porc sans qu'il en existe sous la langue (1). La graisse n'offre pas de cysticerques, quoi qu'on en ait dit : dans le tissu graisseux, où passent des fibres de muscles peauciers, les vers vésiculaires sont attachés aux fibrilles de ces muscles. Les fibres musculaires de leur tissu conjonctif surajouté sont donc le lieu d'élection des cysticerques ladriques ; plus rarement les cysticerques se trouvent dans le tissu lamineux ou cellulaire des organes, sous la conjonctive, dans le larynx, dans les plis de la muqueuse anale, dans le foie, la rate, les poumons, le cerveau et ses enveloppes, dans les replis du péritoine, à la face profonde du périoste, dans la chambre antérieure de l'œil et dans le corps vitré (Laboulbène, *loc. cit.*, p. 21).

*Ladrerie.* — M. Mégnin, vétérinaire de notre armée, savant auquel on doit de très importants travaux, a fait à la Société de médecine publique une communication très intéressante sur une épidémie de *tænia solium*, provoquée dans son régiment par l'usage du porc ladrique *salé*. Les cysticerques résistent donc parfaitement à l'action du sel. Voici ce que dit M. Mégnin à ce sujet : « Les caractères spéciaux de la viande qui contient des germes de ténia, c'est-à-dire des cysticerques, sont si peu apparents, surtout quand la viande a été salée, qu'il est impossible au consommateur vulgaire d'éviter le danger qu'elle offre. En effet, les fais

(1) Cette règle n'est pas sans exception, dit M. Mégnin (communication à la Société de médecine publique) ; on a pu voir dernièrement en pleine Société centrale vétérinaire, où M. Bouley l'avait apportée, une langue provenant d'un porc ladre, farcie de cysticerques à l'intérieur et dont la face inférieure n'en présentait aucune trace.

ceaux de fibres musculaires et les couches graisseuses interposées entre ces faisceaux ont tout à fait l'aspect, la consistance et la couleur qu'ils présentent dans la viande la plus saine ; le spécialiste seul saura reconnaître dans les interstices musculaires le cysticerque qui, dans la viande fraîche, se présente sous la forme d'un petit kyste demi-transparent, avec une petite tache opaque sur un de ses côtés. Quand la viande est salée et desséchée, le liquide du kyste a disparu et le cysticerque est réduit au volume d'un grain de millet, de consistance ferme et de couleur rosée, et sous cette forme, *dans laquelle il est aussi dangereux que*

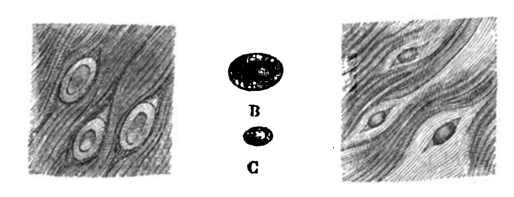



Fig. 406. — A. Morceau de viande fraîche de porc farci de cysticerques ladriques. — B. Cysticerque ladrique frais isolé. — D. Morceau de viande salée et séchée (porc) farci de cysticerques ladriques. — C. Un de ces cysticerques isolé (Mégnin).

*la première*, il est facile de le confondre avec un granule graisseux (Mégnin) (1).

Il a été démontré, par des expériences très nombreuses et très probantes, que le cysticerque du porc ladre donne à l'homme le tænia solium, ou armé, et que les cucurbitins, proglottis, ou anneaux mûrs de ce dernier, produisent la ladrerie du porc. Le porc, en engloutissant les cucurbitins de ténia, au milieu de matières fécales déposées au dehors dans la campagne, arrive à être farci de cysticerques, et de plus, comme les porcs avalent les excréments les uns des autres, les œufs ingérés par un premier animal, et qui n'ont pas eu le temps de se développer dans son intestin, sont repris par un autre porc. C'est encore en buvant dans les mares, où les cucurbitins et surtout les œufs de ténia ont été entraînés par la pluie, que les porcs contractent la ladrerie ; la résistance des œufs, protégés par une coque épaisse, est considérable et leur développement peut avoir lieu au bout d'un temps fort long.

L'homme n'échappe pas à la ladrerie, et il n'est pas très rare de rencontrer des malades ladriques présentant des phénomènes cérébraux ou des accidents épileptiformes, quand des cysticerques se sont développés dans le cerveau. Davaine, Kœberlé, Lancereaux, Boyron (thèse, 1876),

(1) Pour étudier complètement cette question, consultez : Delpech, *De la ladrerie du porc au point de vue de l'hygiène privée et publique*, Paris, 1864 ; et Guardia, *Ladrerie du porc dans l'antiquité* (*Ann. d'hyg.*, 1865, t. XXIII, p. 420).

ont réuni des exemples de ce fait. Nous avons pu observer à l'hôpital des Cliniques un homme ladrique. C'était un ancien cocher qui autrefois avait été atteint du ténia. Au moment où nous l'avons observé, ses muscles étaient pour ainsi dire criblés de petites tumeurs, siégeant principalement dans les muscles du bras et dans les grands pectoraux. Elles contenaient toutes des cystieerques. M. Broca détruisit toutes celles qu'il put atteindre, en y pratiquant des ponctions simples. Comme il est probable, certain même, en raison des accidents cérébraux, qu'il y en avait dans d'autres organes, l'avenir du malade n'en reste pas moins sombre.

Par quel mécanisme l'homme peut-il devenir ladrique? Il faut admettre, soit l'ingestion directe des œufs de *tænia solium*, ou ténia armé, en buvant de l'eau d'une mare ou d'un endroit infecté; soit la présence d'un anneau, ou cucurbitin remonté, puis digéré dans l'estomac; ou enfin, d'un ténia fenêtré, dont les œufs devenus libres dans l'intestin, auront pu s'y développer, en donnant naissance à des embryons, qui auraient perforé les parois intestinales et de là, ayant pénétré dans un vaisseau, auraient pénétré, grâce à la circulation sanguine, dans différents organes.

M. Mégnin vient de faire récemment de nouvelles observations sur le développement et les métamorphoses des ténias. Il y a trente ans à peine que l'on sait que les vers vésiculaires sont des larves de ténias. Le fait a été établi pas les expériences de Van Beneden, de Siebold, Leuckart, Kuchenmeister, etc., dans lesquelles ces expérimentateurs, faisant avaler à des carnassiers des vers vésiculaires, ont vu ces vers se transformer en ténias adultes dans les intestins de ces quadrupèdes. De ces expériences, ces auteurs ont conclu non seulement que les vers vésiculaires étaient des formes imparfaites de ténias, et non des vers égarés, hydropiques et malades, comme on le croyait avant eux, mais encore qu'il *était indispensable* que ces vers vésiculaires fussent ingérés par un carnassier, un omnivore, un animal étranger enfin, pour pouvoir arriver à l'état parfait, c'est-à-dire à la forme rubanaire.

Cette dernière hypothèse rendait compte de l'origine des ténias des carnassiers (ténias à crochets); mais elle était impuissante à expliquer l'origine des ténias des herbivores (ténias inermes). En effet, le cheval, le bœuf, le mouton, le lapin, présentent souvent des ténias adultes (sans crochets), et cependant ils n'ingèrent aucune chair et par suite aucun ver vésiculaire.

Plusieurs autopsies de chevaux et celles de nombreux lapins de garenne viennent, dit M. Mégnin, de donner le mot de l'énigme. Chez ces animaux, les vers vésiculaires, quand ils se développent dans des cavités adventives en communication immédiate avec l'intérieur de l'intestin. cavités résultant de l'agrandissement de follicules ou de glandules, dans lesquels les embryons hexacanthes se sont introduits, ou même quand ils se développent dans la cavité du péritoine (chez le lapin sauvage), continuent leurs métamorphoses et arrivent à l'état adulte, c'est-à-dire rubanaire, sans quitter l'organisme dans lequel ils ont pénétré, à l'état

d'œufs microscopiques, ayant 0mm,030 à 0mm,070 de diamètre, soit avec l'eau des boissons, soit avec des aliments herbacés; seulement, dans ce cas, ils donnent un ténia inerme, tandis que si le même ver vésiculaire est ingurgité par un carnassier ou un omnivore, il devient, dans les intestins de ce dernier, ténia armé, c'est-à-dire qu'il conserve les crochets du scolex dont il provient. Les ténias inermes et les ténias armés sont donc deux formes adultes et parallèles du même ver, et les différences souvent très grandes qu'ils présentent sont dues exclusivement à la différence des terrains, des milieux dans lesquels ils se sont développés.

Il y a néanmoins plusieurs espèces de vers, mais chaque ténia inerme a son congénère parmi les ténias armés, et celui-ci est toujours un émigrant (malgré lui), au moins chez les mammifères, et le premier toujours un sédentaire (1).

On voit, par ce qui précède, combien l'inspection de la viande de porc est importante pour la santé publique. Nous examinerons plus loin si cette inspection est faite d'une façon très sérieuse et nous indiquerons les réformes à apporter aux règlements actuels. Il faut aussi se garder de boire de l'eau des mares où vont les animaux domestiques. Agir autrement, c'est s'exposer à des accidents redoutables contre lesquels la thérapeutique reste trop souvent impuissante.

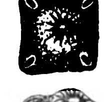




Fig. 407. — Tête du ténia armé de l'homme (grossi 12 fois). (Davaine.)

2° **État parfait.** — On connaît maintenant quelles conditions doivent être remplies pour que le *tænia solium* atteigne cet état proglottidien; on sait qu'il se trouve alors dans l'intestin grêle de l'homme. Il faut recourir à l'observation microscopique pour le distinguer du *tænia inermis*, ou *mediocanellata* (T. Saginata). Ce parasite, à l'état adulte, vit dans les mêmes conditions que le *tænia solium* et tend, comme nous le verrons ci-après, à devenir assez commun. La tête, les anneaux, les œufs, offrent des caractères distinctifs dont la connaissance permet de séparer aisément ces deux types.

La tête ou scolex du *tænia solium*, ou ténia armé, est carac-

(1) *Journal des connaissances médicales pratiques et de pharmacologie.* — Lire le Mémoire de M. Mégnin paru dans le journal *l'Anatomie*, n° de mai 1879.

téristique. On dirait un chapiteau irrégulier sur le haut d'une colonne : elle est avancée au milieu en forme de rostre, *rostellum*, ou proboscide fermé et entouré de *crochets* formant une double couronne (Laboulbène). La tête est large de 0$^{mm}$,5 à 0$^{mm}$,6; elle porte quatre ventouses et deux couronnes de crochets (fig. 408). Les dimensions de ces derniers ont été représentées par des chiffres assez variables, suivant les auteurs; ainsi Kuchenmeister indique comme longueur des grands crochets 0$^{mm}$,18 et comme longueur des petits 0$^{mm}$,12; Leuckart donne 0$^{mm}$,167 et 0$^{mm}$,11 ; ce qui importe d'ailleurs, c'est de constater la présence des crochets, ceux-ci faisant défaut dans le *ténia inerme*.

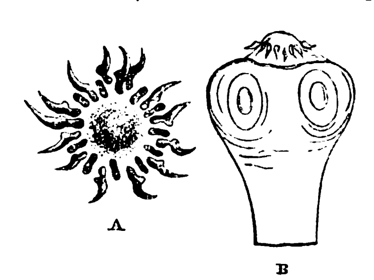


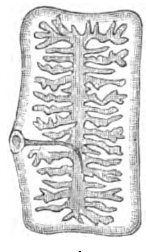

Fig. 408. — A. Milieu de la tête du ténia armé, très grossie, vue de face par le haut et montrant la double couronne de crochets ; plusieurs de ces crochets sont tombés sur la partie supérieure ou couronne interne, leur place est indiquée par du pigment. — B. Tête grossie du ténia armé avec le rostellum ou proboscide avancé, et une double couronne de crochets.

Ajoutons que, s'il est facile de constater la présence des crochets quand l'animal vient d'être rendu, cette constatation devient plus délicate quand l'animal a été conservé, parce que les crochets sont tombés en majeure partie. Néanmoins, avec de l'attention on peut, même dans ce cas, apercevoir la place occupée par les crochets, comme l'a montré M. Laboulbène (voir la figure 408). Le nombre des crochets n'est pas toujours le même; M. Laboulbène en a figuré douze pour chaque couronne, Leuckart en a compté vingt-six en tout, et, d'après Davaine, il y en aurait de vingt-deux à trente-deux.

Au delà du scolex, se développe le *strobile*, longue suite d'anneaux se continuant sur une étendue de 6 à 9 mètres, et possédant des caractères qu'il faut bien connaître, car si le scolex offre les particularités les plus importantes et les plus caractéristiques, elles peuvent souvent faire défaut, parce que fréquemment la tête reste fixée sur la muqueuse intestinale, lorsque le strobile se sépare en fragments plus ou moins longs.

Son expulsion est toujours difficile à obtenir, même avec les meilleurs anthelminthiques.

Lorsqu'on veut déterminer l'espèce de Cestoïde qui a été rendue par le malade, il convient d'abord de rechercher si la tête a été expulsée. Cette constatation est généralement facile, puisque l'on sait que celle-ci termine toujours l'extrémité la plus mince du ténia; on étend donc celui-ci sur une lame de verre, on sort l'extrémité la plus effilée jusqu'à sa terminaison et, soit à l'œil nu, soit avec une faible loupe, on cherche si le renflement céphalique s'y trouve; dans le cas positif, on l'examine à un grossissement de $\frac{80}{1}$ et l'on cherche à découvrir la présence des crochets. Dans le cas contraire, qui est de beaucoup le plus fréquent, la tête étant absente, on examine soigneusement les anneaux et l'on y observe les caractères suivants : dès qu'on atteint la région moyenne ou postérieure de la colonne strobilaire (et c'est généralement sur cette région que porte l'examen), on voit les anneaux allongés et quadrangulaires, à pores génitaux très irrégulièrement alternes et à utérus médian, présentant une dizaine de branches ramifiées et contenant des ovules, sur lesquels nous allons revenir. Enfin, sur les bords de l'article ou cucurbitin, cheminent des canaux excréteurs qui envoient des anastomoses parallèles aux deux bords antérieur et postérieur de l'anneau (1). Tous ces détails ne sont pas bien apparents sur les cucurbitins frais. Pour les observer, il faut, après les avoir colorés par le picrocarmin, les plonger dans l'alcool fort; on les y laisse pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, puis on les place dans l'essence de girofle pour les éclaircir et on les monte dans le baume de Canada.


A

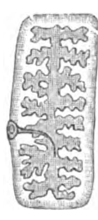
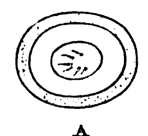

B

Fig. 409. — A. Cucurbitin grossi du *ténia inerme*. — B. Cucurbitin grossi du *ténia solium* ou *ténia armé*.

(1) La dimension de ces anneaux est inférieure à celle des segments du ténia inerme.

Si de semblables études sont fort intéressantes au point de vue de l'anatomie zoologique (1), il convient de faire observer que l'examen des cucurbitins peut fournir sous le rapport de l'observation pratique un seul caractère important : l'utérus ne comptant guère plus de dix branches irrégulièrement ramifiées, ce qui le distingue du *tænia inermc*.

Cette observation exige une certaine habitude ; aussi lorsque l'on veut sûrement distinguer le *tænia solium* du *tænia mediocanellata* ou *inerme*, par la seule inspection des anneaux, faut-il s'attacher moins à ceux-ci qu'aux ovules que renferment leurs cæcums utérins. Dans le ténia inerme, ces œufs seront elliptiques, comme nous le verrons bientôt; dans le cas présent, au contraire, ils seront sphériques et mesureront $0^{mm},034$ de diamètre. On devra se familiariser avec leur aspect ; il conviendra de les traiter par de la potasse caustique, pour voir leurs enveloppes, l'embryon qu'ils renferment, ainsi que les crochets. En effet, lorsqu'on doit se prononcer pour la détermination d'un cestoïde, il arrive presque toujours que celui-ci se montre dépourvu de sa partie céphalique, soit qu'il ait été plus ou moins longtemps en contact avec les matières fécales, ou qu'il ait été conservé dans l'eau, dans l'alcool, l'huile, liquides qui l'altèrent au point



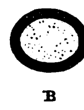




Fig. 410. — A. Œuf de ténia armé, grossi 350 fois et traité par une solution de potasse. — B. Œuf de ténia armé, vu sous le même grossissement dans la glycérine.

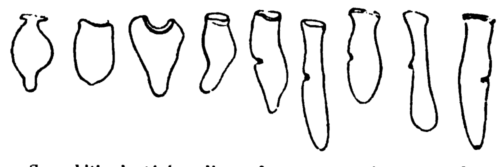


Fig. 411. — Cucurbitin du *ténia solium ;* formes successives en quelques minutes.

de rendre méconnaissables les détails anatomiques des cucurbitins; les ovules, au contraire, demeurent intacts, et leur

(1) Voir pour les détails anatomiques le *Traité de zoologie médicale* de R. Blanchard, 1886; 2e partie.

examen suffit pour reconnaître aisément et sûrement l'espèce que l'on a sous les yeux.

Lorsqu'un ténia solium vient d'être expulsé, il peut, dans des conditions favorables de température, conserver certains mouvements. Nous donnons ci-contre une figure dans laquelle M. Davaine a représenté les formes successives que peut prendre un cucurbitin de *tænia solium*. Ces mouvements sont moins vifs que chez le ténia inerme.

**Tænia mediocanellata. — T. inermis. — T. saginata.** — Cette espèce a certainement été connue des observateurs du dix-huitième siècle (*tænia saginata*, *grandis*, etc.) ; elle a été étudiée par Kuchenmeister, qui l'a pour ainsi dire tirée de l'oubli, en montrant qu'elle était distincte de *tænia solium*. Cet auteur insistait justement sur sa fréquence ; en même temps, Von Breder, Leuckart, Cobbolt, Oliver, faisaient connaître son mode de propagation par la viande des Bovidés, où elle passe sa période larvaire ; aussi son étude s'impose-t-elle aujourd'hui à tous les praticiens. Laboulbène a sigalé son existence à Paris.

Ce ténia est aujourd'hui bien plus commun que le ténia solium, mais il s'en distingue facilement sous ses deux états :

1° **État cystique.** — A cet état le *tænia inerme* ou *mediocanellata* se rencontre dans les muscles du bœuf, du veau, etc., et peut s'y découvrir aussi facilement que le cysticerque du *tænia solium* chez le porc. Malheureusement, tandis que, depuis des siècles, la vente de la viande de celui-ci est soumise à un contrôle plus ou moins minutieux, on est encore à prendre quelques mesures contre la ladrerie du bœuf, qui devient plus fréquente de jour en jour, et qui contamine les populations d'un parasite plus difficile à chasser que le *tænia solium*.

M. Mégnin, dans un travail lu à la Société de médecine publique, semble ne pas admettre la ladrerie spontanée du bœuf, tout au moins en France. Inspecteur par quartier de l'abattoir militaire de Vincennes, M. Mégnin a pu faire des recherches sur une vaste échelle, puisqu'il examine par jour environ 10 à 12 bœufs. Pendant les trois années 1874-75-76, il a vu passer sous ses yeux les spécimens de toutes les races françaises ; sur aucun d'eux il n'a constaté la présence de cysticerques. Récemment, en raison de l'abondance des fourrages, le bétail français ayant augmenté de prix, les fournisseurs durent se rabattre sur des animaux étrangers. C'est ainsi qu'à partir du mois d'avril, jusqu'à la

fin de septembre, ce sont les bœufs de Sardaigne, de l'Italie centrale et surtout de l'Afrique, ainsi que les moutons de l'Herzégovine, de la Valachie, de la Bessarabie et même de la Perse, qui ont alimenté exclusivement la garnison de Paris et un grand nombre de garnisons du centre et de l'est. Pendant ce temps, rien qu'à l'abattoir de Vincennes, il a été sacrifié 250 bœufs de l'Italie centrale, 300 bœufs de Sardaigne et 500 bœufs d'Afrique. Sur aucun, malgré les recherches les plus minutieuses, et poussé par un ardent désir de faire connaissance avec la ladrerie du bœuf, M. Mégnin n'a pu trouver la trace d'un seul cysticerque. La grande fréquence du ténia inerme dans nos hôpitaux civils n'est certainement pas en rapport avec la rareté, pour ne pas dire l'absence du cysticerque chez le bœuf. M. Mégnin conclut de ses recherches que la ladrerie est extrêmement rare chez le bœuf, et que la viande de cet animal n'est certainement pas la principale voie que prend le ténia inerme pour arriver dans les intestins.

Cette question est donc encore à l'étude. Néanmoins, il n'en reste pas moins établi qu'il faut surveiller de près la viande de bœuf. MM. Cauvet et J. Arnould ont recueilli sur le bœuf le cysticerque du ténia inerme, en Afrique, mais personne n'a encore pu voir en France des bœufs spontanément ladres. Par contre, Leuckart, Röll, Saint-Cyr, Nasse et Fourquier, Laboulbène, ont provoqué la ladrerie du veau, en faisant ingérer à cet animal des proglottis de ténia inerme, éliminés par l'homme.

L'examen de la viande suspecte se fera comme pour l'espèce porcine; les cysticerques s'y reconnaîtront aux caractères suivants: la vésicule arrondie mesure environ 5 millimètres de diamètre; le scolex qu'elle renferme est bien différent de celui qui était contenu dans le cysticerque du porc. En effet, il est carré ou tétragonal, porte quatre ventouses rondes, symétriques, presque apicales; *il n'y a aucun crochet.* Ce caractère que nous allons naturellement retrouver dans le ténia parfait suffit à différencier ce cysticerque. Le pigment y est peu abondant, sinon absent; mais les corpuscules calcaires sont nombreux et la crétification est très rapide. Cobbold l'a vue survenir toujours avant un an; Saint-Cyr après sept mois et demi.

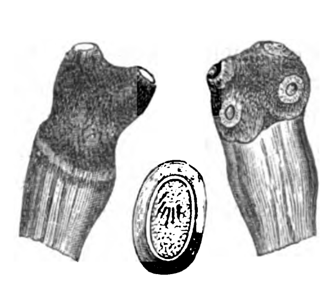


Fig. 412. — Tête du ténia inerme de l'homme (gross. 5 fois); œuf et larve du même ténia (gross. 349 fois). (Davaine).

Si l'expert ne découvre dans le cœur, ou dans la langue, etc., aucune trace de cysticerque, mais que son scapel rencontre de petites granulations calcaires, que la viande « crie » sous le couteau, l'attention devra être éveillée ; il pourra considérer ces formations comme les derniers vestiges de l'infection parasitaire, et, scrutant soigneusement les tissus des extrémités, les épaisses masses charnues de la jambe, etc., y pratiquant des coupes en divers sens, il pourra y rencontrer des vésicules intactes, avec un scolex normal et établir ainsi, par des pièces indiscutables, l'infection de la viande.

2° **État parfait.** — C'est sous cette forme que le *tænia mediocanellata* ou *tænia inermis* se rencontre chez l'homme où il habite l'intestin grêle comme l'espèce précédente. Les dimensions, plus considérables en longueur et en largeur, de son strobile pourraient déjà permettre de l'en distinguer.

Les fragments de ténia peuvent varier d'aspect, suivant qu'ils ont été conservés dans un liquide alcoolique ou dans

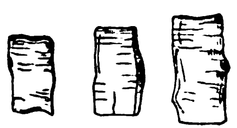


Fig. 413. — Fragments de ténia conservés dans l'alcool.

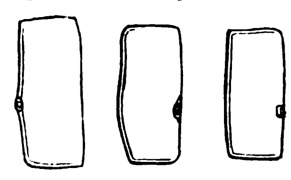


Fig. 414. — Fragments de ténia conservés dans l'eau.

de l'eau, par les malades qui viennent les soumettre à l'examen. Dans le premier cas, ils sont contractés, isolés, séparés un à un, de forme allongée, aplatie, non cylindrique, quoique parfois un peu contournés ou repliés. La coloration est jaunâtre, et il faut une attention assez marquée pour trouver sur un des bords longitudinaux l'ouverture génitale ; si, au contraire, ces fragments ont été mis dans l'eau pure, leur forme est caractéristique, ils sont en carré allongé, rectangulaires, à bords parallèles, d'un blanc d'albumine cuite, ou à peine jaunâtre. Sur un des côtés, vers la partie médiane, on aperçoit nettement un léger bourrelet entourant une dépression qui est l'orifice, le pore, ou, en d'autres termes, l'ouverture commune génitale (Laboulbène).

Toutefois, l'appréciation de ces caractères demande une grande expérience et ne peut conduire qu'à des résultats fort incertains ; il est donc indispensable de procéder à l'examen microscopique du scolex, des proglottis et des œufs.

Le scolex est très facile à distinguer de celui du *tænia solium*, en raison de sa forme et de sa constitution ; son contour n'est pas globuleux, mais tétragone, et il semble tronqué antérieurement ; il est large de $2^{mm},5$ à 3 millimètres. Sa constitution se résume en quelques vaisseaux sécréteurs (qui se continuent dans les proglottis) et en quatre ventouses. La coloration de la tête du ténia inerme est due à des grains de pigment. Celui-ci existe en quantité plus ou moins grande ; de là cette apparence des ténias inermes, à têtes noires et blanches, dont a parlé M. Constantin Paul. Les ventouses sont fortement colorées ; de plus, la teinte noire n'occupe pas le rostre ou proboscide tronqué du ténia inerme, mais elle est répartie en lignes ou en séries de points autour du cou et entre les ventouses. Celles-ci sont protractiles et rétractiles (Laboulbène, *loc cit.*, p. 5). Comme nous l'avons dit, on n'y découvre aucune trace de crochets, caractère qui a valu à ce ténia le nom de *T. inerme*, beaucoup plus significatif que celui de *T. mediocanellata*. Ce caractère suffirait à le différencier nettement du *T. solium*.

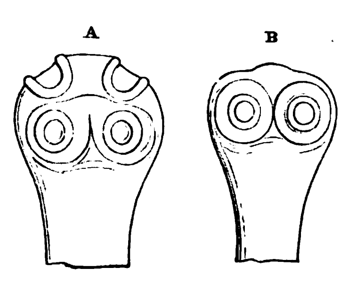



Fig. 415. — Tête grossie du ténia inerme en A, vue un peu penchée en avant et montrant la disposition des quatre ventouses ; en B, la tête est vue de profil.

Les anneaux ou proglottis, beaucoup plus vivaces que ceux du *T. solium*, s'échappent souvent par l'orifice anal, en dépit même de la volonté du malade et dans l'intervalle des garde-robes. Ce caractère est d'une grande importance clinique. Les anneaux, qui commencent à être appréciables à une courte distance de la tête, par des rides légères, sont variables de forme et de grandeur (1). Ceux qui suivent la tête vers le tiers antérieur sont

(1) Laboulbène, *loc. cit.* — C. Giacomini, Communication à l'Académie de Turin, 24 juillet 1874, et *Tribune médicale*, 1876.

plus larges que longs; les médians à peu près carrés; les derniers, depuis le tiers postérieur, sont plus longs que larges. Leur structure est entièrement différente suivant la région qu'ils occupent, soit à la partie antérieure, soit sur le milieu, soit enfin à l'extrémité du long ruban formé par le ténia. Les anneaux médians renferment à la fois les ovaires et l'organe mâle ; ce dernier s'est atrophié et a disparu dans les anneaux de l'extrémité postérieure du cucurbitin. Ils mesurent jusqu'à 18 millimètres de largeur ; les pores génitaux sont très irrégulièrement alternes; la matrice compte jusqu'à trente ou quarante divisions de chaque côté, mais elles sont parallèles et se ramifient dichotomiquement, régularité qui, jointe à leur plus grand nombre, peut servir à distinguer le *T. mediocanellata* ou *T. inerme*. Ces détails anatomiques sont quelquefois difficiles à analyser, et lorsqu'on ne possède que des anneaux sans scolex, il vaut mieux s'en tenir à l'observation plus aisée et plus sûre des ovules.

Les œufs sont elliptiques, mesurent $0^{mm},037$ suivant leur grand diamètre, $0^{mm},027$ suivant leur petit diamètre ; il est donc très facile de les distinguer de ceux du *T. solium*. Comme nous le disions plus haut, l'examen des ovules constitue certainement l'élément le plus précieux pour déterminer l'espèce. Pour les obtenir, dit M. Laboulbène, il suffit de presser entre deux lames de verre un anneau de la partie postérieure du corps pour voir sortir par le pore génital une matière blanchâtre qui, examinée au microscope, est constituée par des œufs. Le nombre des œufs du ténia inerme est immense, il est même incalculable, car les œufs existent par milliers dans chaque anneau, et ceux-ci forment un strobile de plusieurs mètres, dont la moitié au moins est fertile. De plus, les cucurbitins se produisent pendant un temps indéterminé. On pourrait être étonné, sinon effrayé, de la multiplication du ténia inerme, si la plupart des œufs n'étaient forcément perdus, sans pouvoir se développer et se transformer. La fécondité vraiment prodigieuse du ténia est indispensable pour résister aux causes de destruction du ver pendant ses premiers états. Les œufs ne se trouvent pas ordinairement dans les matières alvines, excepté lorsque les cucurbitins se sont rompus dans leur milieu et sont

devenus fenêtrés ; le ténia inerme ne pond pas à la manière du Bothriocéphale large. En retirant par pression les œufs de l'utérus, sur un anneau mûr, on trouve la plupart de ceux-ci enveloppés d'une matière muqueuse ressemblant à une enveloppe albuminoïde avec quelques granulations (1). (Laboulbène, *loc.*, *cit.*, p. 8 et 9.)

**T. Echinococcus.** — *État cystique.* — C'est seulement sous cette forme que le *T. echinococcus* s'impose à l'observation du médecin, car c'est seulement à cette période de son développement qu'on le rencontre chez l'homme. On sait que le proscolex, dilaté en une vésicule souvent volumineuse, et depuis longtemps connue sous le nom d'*hydatide*, donne naissance à un grand nombre de scolex (Echinococcus) qui se détachent bientôt de la paroi hydatique et tombent dans la cavité de la vésicule mère.

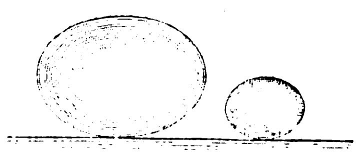


Fig. 416. — *Hydatides* ou *kystes hydatiques* ordinaires (Laboulbène).

La détermination de ces cysticerques n'offre généralement aucune difficulté, et le médecin remonte facilement à l'origine des tumeurs ou des kystes qu'ils produisent.

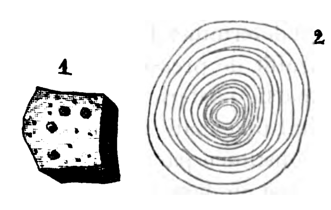



Fig. 417. — Hydatide de l'homme (Davaine). — 1. Fragment dont la tranche montre les feuillets dont le tissu se compose ; à la surface extérieure existent des bourgeons hydatiques. — 2. Bourgeon comprimé et grossi 40 fois.

Cependant le microscope peut faire distinguer la structure feuilletée de la membrane hydatique et permet surtout de reconnaître dans ces formations, ainsi que dans le liquide obtenu par le ponctionnement des kystes, la présence de crochets insérés sur le rostre des scolex. Ces crochets fournissent le plus sûr élément de diagnostic et peuvent être aisément reconnus. Chaque scolex en porte 44 ; ils sont longs de $0^{mm},02$ à $0^{mm},024$ et présentent nettement les trois parties carac-

(1) P. Gervais et P.-J. Van Beneden, *Zoologie médicale*, t. II, p. 242, fig. 164, 1859.

téristiques (manche, garde, lame). En général un grossissement de 250 à 300 diamètres suffit pour les observer complètement. Le carmin, le picrocarminate d'ammoniaque, la solution d'aniline et de rosaniline, facilitent singulièrement leur examen. Les vésicules hydatiques sont arrondies ou ovoïdes; elles sont constituées par une simple enveloppe ayant, d'après Laboulbène, la consistance de l'albumine peu cuite; elles sont remplies d'un liquide transparent et semblable à de l'eau distillée. Autour des hydatides volumineuses des viscères, celles du foie, par exemple, se trouve une couche fibreuse résistante, et qui est un véritable kyste adventif, pourvu souvent d'un réseau vasculaire, tandis que les vésicules hydatiques n'ont aucun vaisseau. Parfois les hydatides renferment, outre le liquide, un certain nombre d'autres hydatides absolument semblables. Dans ce cas, l'hydatide est dite *hydatide mère*, et celles qu'elle renferme ont été appelées hydatides filles. Il n'y a là qu'une question de contenant et de contenu, mais non une différence de structure des hydatides.

En examinant avec attention le liquide de plusieurs vésicules, on trouve que tantôt il est tout à fait liquide, mais que souvent il laisse déposer de petits grains blanchâtres, visibles à l'œil nu, comme une très fine semoule (Laboulbène). Ces granulations, qui nagent dans le liquide hydatique et dont plusieurs restent attachées à la partie interne des vésicules, sont les *Echinocoques*. Le moindre morceau de vésicule hydatique est tout à fait caractéristique. Lorsqu'on examine au microscope, à divers grossissements, un fragment obtenu en coupant ou en hachant la vésicule et placé sur la tranche, on voit, comme nous l'avons déjà indiqué, une disposition lamelliforme toute spéciale. Qu'on se représente, dit M. Laboulbène, auquel nous empruntons ces détails, un livre, ou mieux un album à feuillets d'inégale épaisseur, on aura une idée nette de cette disposition des lamelles emboîtées. A la partie interne de la membrane hydatique, on trouve une couche grenue des plus remarquables, découverte par le professeur Ch. Robin. Cette couche est une véritable membrane germinale, donnant naissance aux échinocoques et suivant que l'hydatide est pourvue, ou non, de cette membrane, elle est fertile ou non fertile, ainsi que Da-

vaine l'a démontré. Les termes d'hydatide mère ou fille n'expriment que le fait de vésicules renfermant, ou ne renfermant pas d'autres vésicules; la membrane germinale seule rend l'hydatide fertile, ou apte à produire des échinocoques. Dépourvue de membrane germinale, l'hydatide mère, remplie de vésicules semblables à elle, est réellement stérile par rapport aux échinocoques, dont la production est alors impossible.

Les hydatides mères et filles sont aussi appelées *endogènes* et *exogènes;* ces dernières sont rares chez l'homme. M. Mégnin (*France médicale*, juin 1875) en a publié et figuré un remarquable exemple chez le cheval. En examinant l'intérieur d'une hydatide mère, dépourvue de membrane germinale, on peut trouver des bourgeons qui se développent ultérieurement, en vésicules; ces bourgeons détachés, comprimés et examinés au microscope, offrent exactement la même disposition que les enveloppes hydatiques, constituant les grandes vésicules. Si les

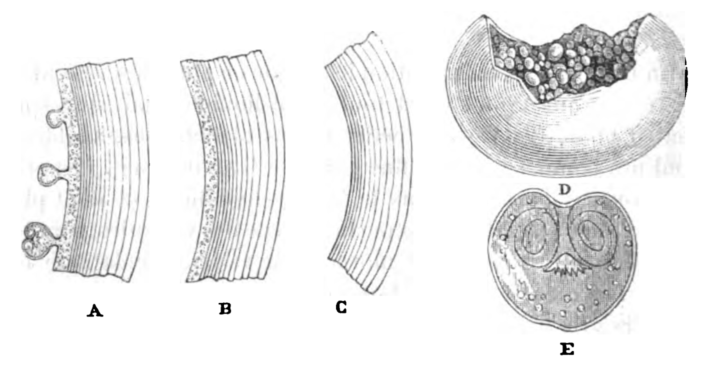



Fig. 418. — A. Fragment d'hydatide revêtu de la membrane germinale et montrant de haut en bas le développement de l'*échinocoque*. — B. C. Fragments hachés de membrane hydatique, vus par la tranche, ils offrent une disposition lamelliforme; en B, on voit à la face interne la couche germinale granuleuse. — D. Hydatide ouverte renfermant des hydatides plus petites. — E. Échinocoque avec la partie antérieure rentrée en dedans du corps ou invaginée; on voit la disposition des crochets des ventouses; le corps renferme des corpuscules calcaires (d'après Laboulbène).

bourgeons sont placés sur la face externe, l'hydatide produira des vésicules exogènes (v. Davaine). Les kystes alvéolaires à échinocoques, du foie et du poumon, appelés aussi *tumeurs à échinocoques multiloculaires*, se rapprochent des hydatides exogènes. Leur contenu gélatiniforme est en réalité formé de

membranes hydatiques repliées et renfermant des échinocoques (Laboulbène, *loc. cit.*, p. 27 et 28).

Les *échinocoques* (ἐχῖνος, hérisson et κόκκος, grain) proviennent par bourgeonnement de la membrane germinale des hydatides fertiles. D'abord ils sont constitués par une granulation blanchâtre, à peine visible à l'œil nu, qui se montre à la surface, qui grossit, se pédiculise et qui, enfin, se détache pour nager librement dans le liquide hydatique. Le corps des échinocoques est formé par une vésicule arrondie ou ovoïde, quand l'animal se contracte. Sur la partie postérieure, on trouve parfois les traces du pédicule, par lequel l'animal tenait à la membrane germinale. La partie antérieure, ordinairement invaginée, offre quatre ventouses et une double couronne de crochets. Le corps est parsemé de granulations formées de carbonate de chaux et de phosphate de chaux, unis à une substance organique (Laboulbène, *Mémoires de la Société de biologie*, 1872).

Les hydatides ou poches hydatiques, bien développées dans nos organes, peuvent ultérieurement subir des altérations importantes. La membrane s'épaissit en plusieurs points, elle devient cartilaginiforme ; la surface interne est rude, inégale, enduite de sels calcaires. L'hydatide n'est plus arrondie, mais bombée avec des enfoncements et des diverticules. La paroi cède sur quelques points, la poche peut alors communiquer avec les vaisseaux ou les cavités voisines. D'autres fois, quoique bien plus rarement qu'on ne l'a dit, l'intérieur est rempli d'un liquide purulent. M. Laboulbène en a observé deux cas.

Dans un degré extrême, les échinocoques périssent, le liquide se résorbe, il ne reste qu'un magma granulo-graisseux, parfois semblable à du mastic, où l'on trouve encore les crochets des échinocoques. La membrane hydatique, pressée, ridée, chiffonnée, ressemble à un petit paquet de taffetas gommé entouré ou non d'une membrane fibreuse. Mais le diagnostic est encore possible, et dans un fait de ce genre, M. Laboulbène a pu établir l'existence d'un kyste très ancien, chez un sujet ayant succombé à une autre affection et, à force de recherches, montrer à Béhier, des crochets d'échinocoque (*loc. cit.*, p. 30). Quand un de ces kystes hydatiques vient à se

rompre dans les voies digestives, aucun ténia, soit inerme, soit armé, ne s'y développe. L'hydatide ou l'acéphalocyste sont rendus en nature, peu altérés, reconnaissables et non changés; l'échinocoque périt dans l'intestin humain et ne s'y transforme point.

M. Laboulbène a fait suivre ces développements de considérations très intéressantes sur l'étiologie comparée du *Tænia cœnurus* (qui produit le tournis du mouton) (fig. 419). Nous renvoyons le lecteur au remarquable

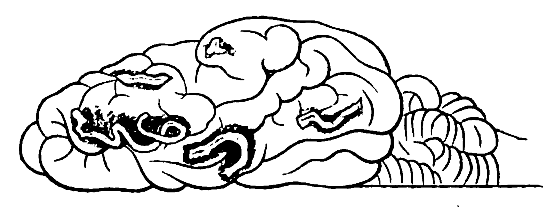


Fig. 419. — Cerveau d'un mouton ayant avalé des œufs de *Tænia cœnurus* depuis trois semaines, et qui a été abattu après avoir donné les symptômes du tournis; la surface offre des galeries parcourues par les jeunes vésicules du cœnure (d'après Gervais et Van Beneden).

travail de M. Laboulbène, publié en mai et en juin 1877 dans le *Bulletin de Thérapeutique*, chez O. Doin.

Se fondant sur les expériences qui ont été faites pour démontrer que le cœnure du mouton est produit par l'œuf d'un ténia du chien et du loup, s'appuyant également sur des expériences directes, M. Laboulbène conclut que les vésicules hydatides, pourvues d'échinocoques et constituant la ladrerie hydatique, ne sont qu'une phase du développement du *Tænia echinococcus*, ou ténia échinocoque du chien. La grandeur du ténia échinocoque est peu considérable, puisqu'elle varie entre 2 ou 3 millimètres. Le scolex possède une double rangée de crochets comme ceux des échinocoques. M. Laboulbène signale avec raison l'énorme disproportion qui existe entre ce minuscule ténia et le développement considérable de l'hydatide (1).

**Bothriocephalus latus.** *Bothriocéphale large.* — Ce parasite est assez rare dans nos pays; il est, au contraire, fréquent en Suisse, surtout à Genève où, suivant Odier, le quart des habitants en serait atteint, en Russie, en Suède, en Pologne,

(1) D'après les observations de M. Mégnin, l'échinocoque du cheval se transforme, dans les diverticulums de l'intestin de cet animal, en un ténia inerme, qui n'est autre que le *tænia perfoliata* des helminthologistes (*loc. cit.*).

dans la Prusse occidentale, plus rarement en Hollande et en Belgique.

Le Bothriocéphale présente une particularité sur laquelle nous voulons insister dès maintenant : *ce ténia pond ses œufs dans l'intestin, tandis que les cucurbitins des autres ténias de l'homme s'échappent généralement en entier et sans être altérés.*

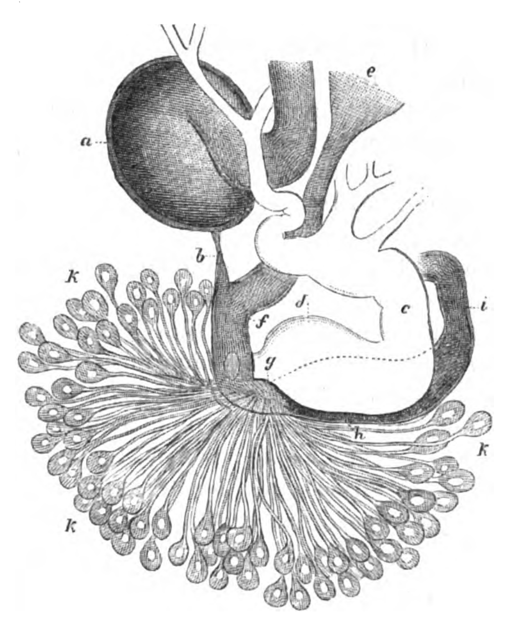



Fig. 420. — *Bothriocephalus latus*. Centre où se réunissent les conduits des organes de la génération, d'après MM. Sommer et Langlois. — *a*, extrémité postérieure renflée du vagin. — *b*, petit canal évacuateur dans le germiducte. — *c*, vitelloducte. — *d*, élargissement ampullaire du vitelloducte. — *e*, *f*, germiducte. — *g*, *i*, commencement fusiforme de la matrice. — *k*, *k*, glandes unicellulaires formant la coque ; leurs conduits se rendent en *g*, au commencement de la matrice.

Examiné dans son ensemble, le Bothriocéphale ressemble à un gros ténia inerme, dont les anneaux seraient moins allongés et plus rapprochés entre eux. Le strobile est long de 7 à 8 mètres. La couleur grisâtre et terne, ou même brunâtre, de l'animal conservé dans l'alcool, devient blanchâtre et se rapproche beaucoup de celle de nos ténias, quand le ver récemment rendu a été placé dans l'eau. L'extrémité antérieure est ter-

minée par la tête ou scolex. Celle-ci présente un ovoïde allongé, long de $2^{mm}$,5, large de 1 millimètre, terminé par un cou étroit et ridé en travers, à partir de 2 centimètres environ. La tête est munie de deux ventouses allongées, creusées latéralement (d'où le nom générique du ver : βοθρίον, fossette ; κεφαλή, tête), et elle est dépourvue de rostre et de crochets. Cette tête, en raison de sa contractilité, prend des formes variées. Les anneaux qui composent le corps ou strobile, sont surtout élargis à leur partie médiane et plus colorés en ce point, où se trouvent les organes génitaux. *Cette disposition est absolument caractéristique.*

Le corps ou strobile, examiné à l'œil nu, paraît avoir trois bandes longitudinales, une médiane plus épaisse et deux latérales plus minces. Ces trois bandes sont en rapport avec une disposition spéciale des organes génitaux. Ces organes génitaux sont constitués : 1° par un pore génital médian, appelé aussi cloaque ou sinus génital, dont les bords sont garnis de papilles. Au fond, sont deux ouvertures : la supérieure donne issue au pénis, l'inférieure est l'orifice du vagin. En arrière et distincte du pore génital, est une ouverture indépendante, où aboutissent les cornes ou ramifications réunies de la matrice et par où se fait la ponte des œufs. Les anneaux du Bothriocéphale n'ont pas, comme ceux du ténia, une organisation absolument indépendante et une partie des organes génitaux passe de l'un à l'autre dans la partie centrale du champ médian ; aussi les segments ne se divisent-ils pas pour former des cucurbitins.

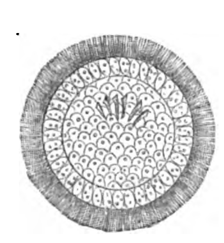


Fig. 421. — Embryon libre du *Bothriocephalus latus.*

Généralement, quand les segments après leur maturité ont laissé tomber leurs œufs dans l'intestin, ils se ratatinent et reviennent sur eux-mêmes sans abandonner le strobile. (Pour plus de détails sur la constitution des organes génitaux du Bothriocéphale large, consulter l'article *Cestoïdes* de Davaine, dans le *Dictionnaire encyclopédique* et la *Zoologie médicale* de R. Blanchard, *loc. cit.*)

Les œufs du Bothriocéphale (fig. 422) sont brunâtres, parfaitement elliptiques, lorsqu'ils sont vus dans les matières

alvines, longs de 0mm,068 à 0mm,070 et larges de 0mm,044 à 0mm,045; leur coque est peu épaisse, simple. Sur l'un des pôles, on trouve un opercule ou une calotte, qui devient visible après

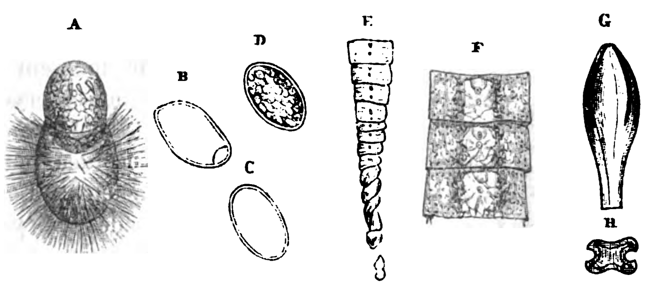



Fig. 422. — A. Embryon du *Bothriocéphale large* sortant de son enveloppe effilée. — B. D. Deux œufs grossis du *Bothiocephalus latus :* D, après son traitement par la glycérine ; B, après son traitement par l'acide sulfurique ; la forme est un peu modifiée ; en B, on voit l'opercule. — C. Œuf elliptique du B. l. examiné dans les déjections alvines. — E. Fragment terminal du Bothriocéphale large, composé d'anneaux réunis bout à bout et dont les pores génitaux sont situés sur la ligne médiane du corps. Les derniers anneaux sont flétris et ridés. — F. Trois segments du corps d'un Bothriocéphale montrant le champ médian et les champs latéraux. Le long de la ligne médiane, on voit les pores génitaux, avec le pénis saillant sur le segment le plus inférieur. Au-dessous est l'orifice utérin ou de la ponte. — G. Tête grossie du *Bothriocéphale large* avec les deux fossettes allongées. Au-dessous H, coupe montrant la disposition de ces fossettes latérales (d'après Laboulbène).

l'action endosmotique de la glycérine, ou de l'acide sulfurique (Davaine). Le nombre des œufs du Bothriocéphale est considérable ; il serait au moins de 10 millions, suivant Eschricht.

Le Bothriocéphale est très difficile à expulser ; il peut vivre dans l'intestin, concurremment à un autre ténia, et présente fréquemment des anomalies de structure. Différentes opinions ont été émises sur le développement de l'œuf du Bothriocéphale, et il règne quelque incertitude à ce sujet. Pour accomplir son entier développement, l'œuf du Bothriocéphale doit rester six ou huit mois dans de l'eau courante, ou fréquemment renouvelée. Au bout d'un mois, le vitellus se divise en cellules, bientôt après apparaît une tache embryonnaire qui s'étend lentement aux dépens du vitellus, tandis que celui-ci se rétracte, lais-

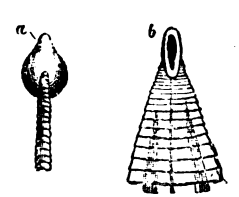



Fig. 423. — Scolex du *Bothriocephalus cordatus* (d'après Leuckart).

sant, entre lui et la coque, un espace de plus en plus grand. A six mois, apparaissent les six crochets de l'embryon, chez lequel se manifestent déjà quelques mouvements contractiles. Enfin, après sept à huit mois, il se détache de la coque une calotte ou opercule, livrant passage à l'embryon (Bertolin). Entre le moment de la formation embryonnaire et l'éclosion, il peut s'écouler beaucoup de temps. Leuckart a vu des embryons développés avant l'hiver, n'effectuer leur sortie qu'au mois d'avril suivant.

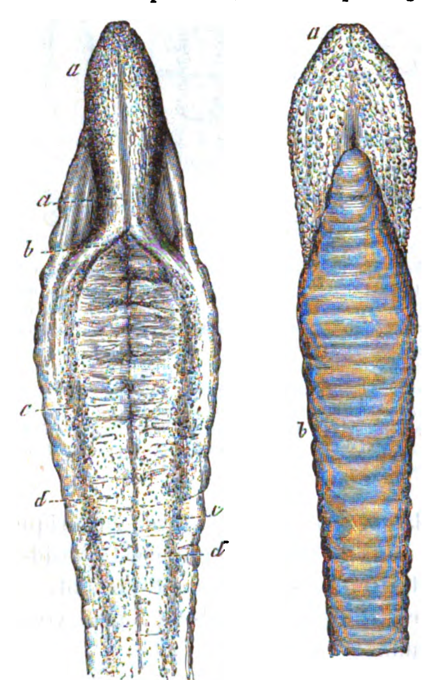


Fig. 424. — Scolex du *Bothriocephalus cristatus* vu sur la face et sur le côté. — *a*, *a*, crête médiane. — *b*, son prolongement en arrière. — *c*, *c*, trainée externe de corpuscules calcaires. — *d*, *d*, trainée interne.

L'embryon est transparent, formé de deux vésicules sphériques, emboîtées l'une dans l'autre et séparées par un liquide. La vésicule extérieure est revêtue de cils vibratiles qui servent à la locomotion. L'embryon, après avoir nagé dans l'eau, en tournoyant comme un volvox, sort de son enveloppe pourvu de longs cils vibratiles et on l'a vu vivre quelque temps après s'être dépouillé de son revêtement cilié. On avait longtemps cru que cet embryon pénétrait dans certains animaux aquatiques et en particulier, à Genève, dans l'organisme de la *Fera*, espèce de Salmonide. Il résulte des recherches du professeur C. Vogt, de Genève, que les poissons de la famille des Salmonés doivent être relevés de cette accusation, de sorte que l'hypothèse de Knoch et Leuckart paraît la plus acceptable.

D'après ces auteurs, l'embryon placé dans l'eau arrive dans le tube digestif, sans l'intermédiaire d'une nouvelle métamorphose, et il s'y développe directement en scolex, puis en strobile du *Bothriocephalus latus*.

On trouve encore chez l'homme deux autres Bothriocéphales dont nous nous contenterons de donner la figure. Le *Bothriocephalus cordatus* (fig. 423) est long de 1 mètre, il a la tête en forme de cœur de carte à jouer et habite le Groënland ; l'autre est le *Bothriocephalus cristatus* (fig. 424), décrit par M. Davaine. Ce savant helminthologiste lui a donné ce nom en raison de ses lèvres saillantes. Les spécimens de ce ver, observés par M. Davaine, ont été rendus par des Français qui n'avaient jamais quitté leur pays, où d'ordinaire on ne rencontre que le Bothriocéphale large (d'après Laboulbène, *loc. cit.*, p. 36 et suivantes).

### 2° TRÉMATODES.

Les Trématodes qui peuvent s'observer chez l'homme sont facilement reconnaissables à leur corps aplati, déprimé en forme de feuille ou de fer de lance, ainsi qu'à la disposition de leur appareil digestif, essentiellement composé d'une bouche, d'un pharynx, d'un œsophage et de deux longs cæcums qui descendent vers la région postérieure du corps et peuvent fournir des branches latérales. La bouche s'ouvre au centre d'une ventouse, qui en reçoit le nom de ventouse orale et se trouve accompagnée (dans les distomes) par un second organe d'adhérence, situé à une distance plus ou moins considérable, et représentant une ventouse abdominale. Ces animaux sont hermaphrodites (sauf le *Distomum hæmatobium*) et possèdent un appareil sexuel très compliqué, surtout en ce qui concerne l'organe femelle. Nous n'insistons pas davantage sur sa description, non plus que sur celle de l'intestin, parce que les replis de l'oviducte, gorgé d'œufs, en rendent l'étude fort difficile et ne permettent d'en tirer aucun secours, pour l'examen pratique, ou la détermination des espèces.

Les *Distomes* ou, pour employer le nom sous lequel on les

désigne le plus fréquemment, les *Douves* qui ont été rencontrées chez l'homme sont les suivantes :

1° Douve hépatique.
2° Douve lancéolée.
3° Douve épaissie.
4° Douve hétérophye.
5° Douve ophthalmobie.
6° Douve hématobie.

**Douve hépatique** (*Distomum hepaticum*, Ab.). — Sa taille peut varier de 1 à 4 centimètres en longueur, de 3 à 15 milli-

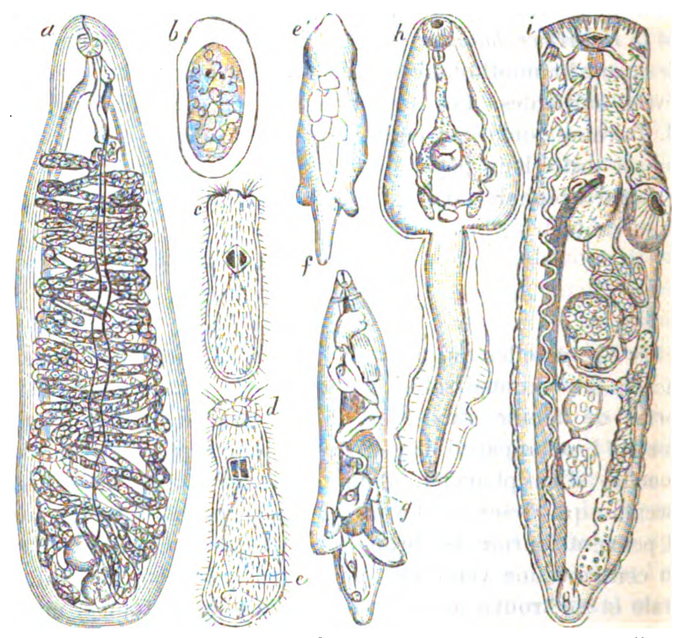



Fig. 425. — Générations alternantes des Distomaires, vues au microscope. — *a*. Un monostome à l'état parfait (vit dans le foie du canard et de quelques autres oiseaux aquatiques). — *b*. Un des œufs du même. — *c*. Proscolex sorti de l'œuf. — *d*. Le même renfermant un scolex (*e*) en voie de développement. — *e'*. Scolex libre. — *f*. Scolex de distome contenant des cercaires (*g*) en voie de développement. — *h*. Un de ces cercaires libre. — *i*. Le même après sa transformation en distome parfait.

mètres de largeur, suivant l'âge où on l'examine. De forme oblongue, elle est élargie en avant, rétrécie en arrière ; sa cuticule porte de nombreuses petites épines. La ventouse orale est exactement terminale et portée sur une sorte de cou, la ventouse abdominale est peu éloignée de la précédente et triangulaire, tandis que celle-ci est arrondie. Dans l'intervalle de

ces deux ventouses, un grossissement faible, $\frac{50}{1}$, permet de distinguer un pénis et un orifice sexuel, intimement rapprochés l'un de l'autre.

L'intestin est ramifié, c'est-à-dire que ses deux branches principales donnent naissance à de nombreux cæcums latéraux, qui peuvent se subdiviser et dessiner d'élégantes arborisations, que leur contenu brunâtre fait aisément distinguer. L'examen de cet appareil digestif présente une grande valeur, puisqu'il suffit à caractériser la *Douve hépatique* et permet de la distinguer de la *Douve lancéolée*, avec laquelle on la rencontre ordinairement. L'oviducte, très flexueux, renferme des œufs jaunâtres, ovoïdes, munis d'un opercule mesurant de $0^{mm},12$ à $0^{mm},14$, suivant leur grand axe et de $0^{mm},06$ à $0^{mm},09$, suivant leur petit axe (fig. 426). De ces œufs naît un embryon cilié (*proscolex*), mais nous ignorons encore où se développent le *scolex* et le *proglottis* de cette espèce.

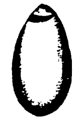


Fig. 426. — Ovule du distome hépatique grossi 107 fois et traité par la potasse caustique pour séparer l'opercule.

La *Douve hépatique*, facile à reconnaître à l'aide des caractères précédents, peut être déterminée, soit à l'œil nu, soit à l'aide d'une simple loupe. Cependant l'étude de l'intestin et des œufs exige l'emploi du microscope. Un grossissement de $\frac{40}{1}$ suffit dans le premier cas, un grossissement de 180 diamètres est nécessaire dans le second. L'examen des œufs est d'ailleurs fort aisé, le seul réactif nécessaire est la potasse, qui permet de séparer leur opercule. Les dimensions et la couleur de ces ovules doivent être notées avec soin, surtout si on les observe dans les fèces, dans une tumeur, etc., où ils peuvent être mélangés d'œufs appartenant au *D. lanceolatum*.

La douve hépatique habite des hôtes très différents (hommes, quadrumanes, carnivores, rongeurs, ruminants, solipèdes, pachydermes, marsupiaux, etc.). On l'observe presque constamment chez le mouton, dans l'organisme duquel elle détermine une grave maladie, se généralisant souvent, et causant de redoutables épizooties (cachexie aqueuse). Chez l'homme on l'a observée dans les conduits et dans la vésicule biliaire, dans l'intestin, la veine porte, la veine cave, les veines sous-hépatiques, etc. On s'explique comment ces helminthes, pénétrant dans les vaisseaux et entraînés avec le sang dans les diverses parties de l'écono-

mie, ont pu s'arrêter dans les capillaires de telle ou telle région (Voy. Sang) et y causer des tumeurs semblables à celles qui ont été observées sur divers points du corps (parois thoraciques, région occipitale, face plantaire du pied, etc.).

Le distome hépatique s'introduirait dans l'organisme sous forme de *cercaires*, qui se développeraient surtout dans certains mollusques, et en général chez quelques animaux inférieurs. Ce serait donc sous cette forme et à l'aide des boissons que les cercaires pénétreraient dans l'intestin, et de là dans les canaux biliaires

Ces *cercaires* peuvent également s'introduire par le tégument externe, de là, ces tumeurs siégeant, comme on l'a vu plus haut, en différents points du corps, sans que le foie présente la moindre altération.

Les cercaires ont été rencontrés à l'état de liberté dans l'eau de mer et dans les eaux douces.

Il sera facile de distinguer les distomes observés dans de semblables conditions, sans les confondre avec des lambaux de tissu cellulaire, des vaisseaux, des nerfs, etc.; en effet, lorsque les douves se montrent dans ces habitats nouveaux, leur intestin gorgé de sang est rouge et non plus brun, comme lorsqu'on observe le trématode dans le foie, où la bile distend les branches de son appareil digestif, et leur communique sa couleur propre. Cette modification jointe à la couleur caractéristique du ver doit toujours rendre sa détermination facile.

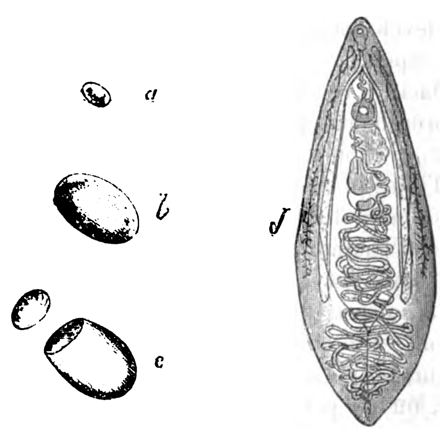



Fig. 427. — Douve lancéolée. — *a*. Œuf grossi 100 fois. — *b*. Œuf grossi 340 fois. — *c*. Œuf traité par la potasse pour détacher l'opercule. — *d*. *D. lanceolatum*, grossi 10 fois.

**Douve lancéolée** (*D. lanceolatum*). — Plus petite que la précédente, car elle ne mesure que 4 millimètres à 1 centimètre de longueur et 2 à 3 millimètres de largeur, cette espèce est effilée, atténuée en avant, élargie en arrière, ce qui est le contraire de ce que l'on observait chez la douve hépatique. Les deux ventouses sont arrondies, l'intestin est formé de deux cæcums simples, ne fournissant aucune branche latérale; l'oviducte décrit des sinuosités en-

core plus nombreuses que dans le *D. epaticum* et se montre comme gorgé d'œufs brunâtres, quelquefois presque noirs, longs de $0^{mm}$,03 à $0^{mm}$,04, pourvus d'un grand opercule. Leur éclosion est plus lente que dans la première espèce et donne naissance à un proscolex légèrement différent. On n'a pu suivre encore les migrations ni les générations qui lui succèdent. Cette douve se rencontre dans les mêmes conditions que la douve *hépatique* dont elle se distingue aisément par sa forme, sa taille, la disposition de son tube digestif, le volume et la couleur de ses œufs. Pour observer ceux-ci, il convient de faire usage d'un grossissement de $\frac{350}{1}$.

**Douve épaisse** (*D. crassum*). — Tandis que les deux espèces précédentes ont été observées sous toutes les latitudes, la douve épaisse n'a encore été rencontrée qu'aux Indes et en Chine. Les cas très rares où elle a été observée en Europe ont toujours été fournis par des matelots ou des soldats ayant habité ces pays. C'est le géant des douves que l'on peut rencontrer chez l'homme ; cette espèce mesure, en effet, de 5 à 8 centimètres de longueur et 2 centimètres de largeur en moyenne. Elle est très épaisse, effilée antérieurement, élargie postérieurement ; les ventouses sont arrondies, distantes de $1^{mm}$,8 à $3^{mm}$,2. A un œsophage très court succèdent deux longs cæcums intestinaux non ramifiés.

Cette espèce est donc nettement caractérisée, et quand on observe des distomes, chez des malades placés dans des conditions semblables à celles qui ont été rappelées précédemment, on devra les déterminer soigneusement, comparer leurs caractères avec ceux des *D. hepaticum* et *lanceolatum*, puis chercher s'il n'y aurait pas lieu de les rapprocher du *D. crassum*.

**Douve hétérophye** (*D. heterophyum*). — Cette espèce, la plus petite de celles qui nous intéressent, est longue de 1 millimètre, large de $0^{mm}$,4 ; elle n'a été observée que deux fois, en Égypte, chez un enfant ; d'apparence pyriforme, elle est atténuée en avant, arrondie en arrière : la ventouse abdominale, très développée, est située au milieu du corps ; l'intestin est formé de deux longs cæcums simples ; les œufs sont rouges.

**Douve ophthalmobie** (*D. ophthalmobium*). — Long de $0^{mm}$,5, large de $0^{mm}$,14, ce distome n'a été observé qu'une seule fois par

Diesing dans l'œil d'un enfant atteint de cataracte congénitale.

**Douve hématobie** (*D. hæmatobium*). — Bilharz (V. Davaine, Synopsis LXXVII).

Distome à sexes séparés sur deux individus. — *Mâle*, corps mou, blanchâtre, filiforme ; partie antérieure distincte, formant le huitième ou le neuvième de la longueur totale du corps, déprimée, lancéolée, plane ou concave en dessous, légèrement convexe en dessus, lisse. Partie postérieure : cylindrique, six à sept fois plus longue que l'antérieure ; en arrière de la ventouse ventrale, la marge infléchie de chaque côté, sur la marge ventrale, forme de cette manière un canal longitudinal (*canalis gynæcophorus*) ; extrémité postérieure amincie ; surface externe, couverte de *papilles filifères ;* surface intérieure (du canal) lisse sur la partie moyenne et couverte d'épines très petites sur les côtés ; ventouse buccale, située à la face inférieure terminale, triangulaire ; ventouse ventrale, située près de la limite des deux parties distinctes du corps (tronc et queue), orbiculaire, de la même dimension que la buccale ; surface de chaque ventouse couverte de granules serrés et très petits ; tube digestif dépourvu d'un pharynx musculaire, divisé, en avant de la ventouse ventrale, en deux parties, qui sont réunies de nouveau en arrière en un canal unique et terminé en cæcum ; pore génital situé entre la ventouse ventrale et l'origine du canal longitudinal (gynæcophore) ; longueur totale de 7 à 9 millimètres, pouvant aller jusqu'à 11 millimètres (Sonsino).

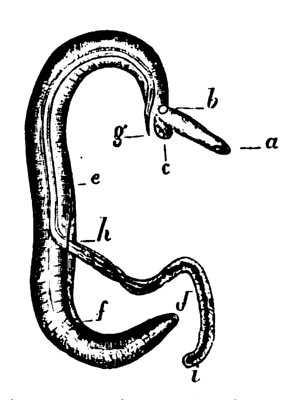


Fig. 428. — Douve hématobie. — *a*, *b*. Mâle. — *g*, *i*, Femelle. — *a*. Ventouse buccale. — *a*, *b*. Tronc. — *c*. Ventouse ventrale. — *d*, *b*. Queue. — *e*, *f*. Ouverture ventrale constituant le canal gynécophore. — *g*, *h*. Portion de la femelle incluse dans le gynécophore. — *h*, *i*. Portion de la femelle retirée du gynécophore.

*Femelle*. — Différant du mâle par sa forme, très mince et grêle ; corps rubané, lisse, transparent, très aminci en avant, dépourvu d'un canal longitudinal ; ventouses et tube digestif

comme chez le mâle. Pore génital réuni avec la marge postérieure de la ventouse ventrale; œufs ovales, prolongés en pointe d'un côté, longueur totale jusqu'à 15 millimètres.

Le mâle, surpassant de beaucoup la femelle en grosseur, porte celle-ci placée longitudinalement dans le canal gynæcophore, réalisant ainsi, en quelque sorte, l'hermaphrodisme du genre distome, auquel ce ver déroge exceptionnellement.

L'embryon encore contenu dans l'œuf est couvert de cils vibratiles; devenu libre, sa forme est celle d'un cylindre allongé, plus large en avant et terminé en arrière obliquement en un coin; il est pourvu, en avant, d'une éminence du rostre qui porte une empreinte de ventouse; à l'intérieur du corps existent deux corpuscules piriformes (gemmes de sporocyste?) réunis, situés en avant. L'embryon nage au moyen de ses cils vibratiles (Davaine).

### 2° NÉMATODES.

On connaît les nombreuses espèces de cet ordre qui se rencontrent à l'état parasitaire chez l'homme et dont la détermination exige presque constamment l'emploi du microscope, bien que la forme, les dimensions, l'habitat, permettent parfois de les distinguer à l'œil nu.

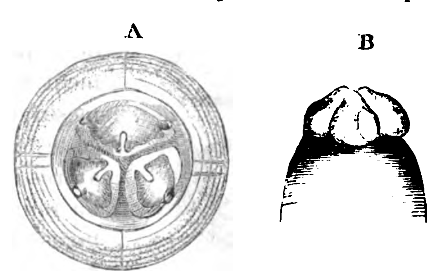


Fig. 429. — A. *Ascaris lombricoïdes* (bouche vue de face). — B. Extrémité antérieure.

**Ascaris lombricoïdes.** — Par sa taille (mâle long de 14 à 18 centimètres; — femelle, de 20 à 27 centimètres), par sa localisation dans l'intestin grêle, cet helminthe, l'un des plus fréquents dans l'espèce humaine, peut aisément se reconnaître ; toutefois le microscope permet de distinguer les trois valves articulées qui entourent la bouche et surtout d'étudier les œufs elliptiques ($0^{mm},077$ sur $0^{mm},059$) dont on peut être souvent appelé à constater la présence dans les fèces (fig. 429).

Ces œufs sont ovoïdes, revêtus de deux enveloppes : l'interne

ou enveloppe propre, est lisse et solide; l'externe est faite d'une substance albumineuse, inégalement répartie, ce qui lui donne un aspect bosselé; elle est teintée par les matières intestinales; cette deuxième enveloppe n'existe pas avant la ponte, les œufs sont alors blancs (Davaine).

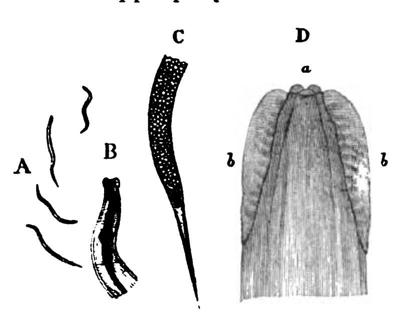



Fig. 430. — Oxyure vermiculaire. — A. Individus de grandeur naturelle. — B. Extrémité céphalique grossie; l'œsophage et l'estomac sont apparents. — C. Extrémité caudale grossie. — D. Tête fortement grossie. — *a*. Bouche munie de trois lèvres. — *b*, *b*. Renflements latéraux du derme (d'après Davaine).

**Oxyurus vermicularis** (Bremser). — L'oxyure vermiculaire qui habite surtout la portion terminale de l'intestin, mais qui peut également se trouver dans le duodénum, l'iléon, le cæcum ou le côlon, suivant la période où on l'observe, se reconnaît aux deux renflements céphaliques, dont sa tête est bordée et qu'un grossissement de $\frac{60}{1}$ permet de distinguer aisément. Les œufs sont elliptiques et mesurent 0$^{mm}$,53 sur 0$^{mm}$,18. Pour cette espèce, comme pour les autres nématodes de petite taille, on retire les plus grands avantages de l'emploi des réactifs colorants.

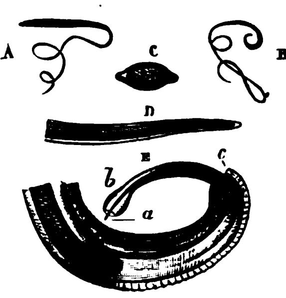



Fig. 431. — *Tricocéphale dispar.* — A. Femelle. — B. Mâle, de grandeur naturelle. — C. Œuf, à un grossissement de 156 d. — D. Extrémité antérieure grossie. — E. Extrémité postérieure grossie. — *a*. Spicule. — *b*, sa gaine. — *c*, anus.

**Tricocephalus dispar** (Rudolphi). — Tous les traités d'helminthologie indiquent la bizarre apparence du tricocéphale, qu'un grossissement de $\frac{30}{1}$ permet d'étudier dans ses traits principaux. Il vit normalement dans le cœcum. Quant aux œufs, il suffit de les avoir observés une seule fois, pour pouvoir toujours les reconnaître. Les deux pôles se prolongent, en effet, sous forme de pointes mousses et four-

nissent un excellent caractère. L'acide acétique débarrassant les ovules des corps grasqui les recouvrent très souvent, permet de les distinguer aisément.

**Trichina spiralis.** — Ce nématode, célèbre entre tous, par la panique qu'il causa il y a une quinzaine d'années, lorsque plusieurs autopsies en révélèrent la fréquence en Allemagne, peut, on le sait, s'observer à deux états : 1° agame et enkysté dans les muscles ; 2° sexué et libre dans le mucus intestinal.

Le microscope permet de le reconnaître aisément sous ces deux états et de ne pas tomber dans l'erreur qui avait fait confondre par Leuckart la trichine et le tricocéphale.

A l'état adulte le mâle mesure 1 millimètre en longueur, la femelle de 3 à 4 millimètres ; le corps est effilé en avant ; les trois portions, initiale, moyenne et terminale, du tube digestif se reconnaissent aisément. La femelle présente l'orifice vulvaire, au point d'union du cinquième antérieur, avec les quatre cinquièmes postérieurs ; l'extrémité anale du mâle porte deux petits appendices conoïdes (fig. 433).

La femelle est vivipare, de sorte que l'embryon se trouve, dès qu'il est expulsé, en contact avec la muqueuse intestinale ; il s'engage immédiatement dans cette membrane, d'après les recherches de M. Davaine (*loc. cit.*, p. 746). On peut se faire une idée de la prolification inouïe de la Trichine par l'exemple suivant : on en a trouvé depuis 200 jusqu'à 1,000 dans l'organisme de la femelle. Si l'on songe que celle-ci pond pendant sept ou huit semaines, ainsi que cela a été observé en Allemagne, on comprendra que l'organisme se trouve bientôt infesté de Trichines. Quoique ces embryons soient très nombreux, il est rare d'en rencontrer dans le mucus intestinal, où habitent leurs parents. Pour se frayer un chemin à travers les parois intestinales, et de là se rendre dans toutes les parties du corps, l'embryon n'est armé ni de stylet ni de crochet ; c'est grâce seulement à son extrême petitesse (il n'a que $0^{mm},093$ d'épaisseur) qu'il voyage à travers les tissus. D'après M. Davaine, cette migration se ferait par le tissu musculaire, mais Zenker ainsi que quelques autres observateurs ont quelquefois trouvé des embryons dans le sang de l'homme, où ils avaient probablement été entraînés. L'embryon de la

Trichine n'est constitué que par un simple tégument, sans organisation appréciable et par une substance granuleuse incluse, qui ne semble pas différer du vitellus, dont l'embryon s'est formé. Parvenu dans une fibre musculaire, l'embryon grandit rapidement; tous ses organes, sauf ceux de la génération, se développent. Au bout de dix-neuf jours, la Trichine est à l'état de larve; elle reste dans cet état indéfiniment ou temporairement, soit qu'elle subisse une des altérations que nous indiquerons, ou que, plus favorisée, elle arrive dans l'intestin d'un mammifère, où elle se développera.

Durant sa période larvaire, longtemps seule connue, la Trichine se présente sous l'aspect d'un petit nématode long de $1^{mm},3$ à $0^{mm},8$, enroulé sur lui-même dans un kyste à parois épaisses, souvent séparables en deux tuniques; il est rare que le même kyste renferme deux ou trois Trichines.

D'après les docteurs Bristowe et Rainey (V. Davaine, p. 735), le kyste serait produit par la Trichine, il résulte d'une altération produite par le parasite dans le tissu conjonctif ambiant (1); les parois du kyste, tout en étant laminées, ne présentent pas d'une façon aussi nette que dans les membranes hydatiques, la disposition en couches concentriques et superposées. Le kyste est sujet à subir certaines altérations qui en altèrent l'aspect. Ordinairement formée par une substance transparente, la paroi du kyste réfracte fortement la lumière, on y aperçoit des granules de substance minérale, plus abondants dans les couches superficielles; et suivant d'autres, dans les couches profondes du kyste. Ces granules donnent à la capsule une consistance rigide qui la fait crier par le grattage du scalpel. D'après MM. Bristowe et Rainey, ces granules se dissoudraient rapidement dans l'acide chlorhydrique, sans effervescence, ce qui indiquerait qu'ils sont formés de phosphate de chaux. Pour Küchenmeister, ces granulations seraient formées de carbonate de chaux, uni à une substance organique, mais, fait observer M. Davaine, ce carbonate pourrait provenir non des parois, mais du carbonate calcaire, qui se trouve libre dans la cavité des kystes. L'absence d'effervescence ne serait pas,

(1) Voir R. Blanchard, art. *Trichine*, in *Dict. encyclopédique des sciences médicales*. Masson.

d'après M. Davaine, un caractère absolu de la non-existence des carbonates ; lorsque le carbonate de chaux est en très petite quantité, l'acide carbonique se dissout dans le liquide ambiant à mesure qu'il est libre. L'altération du kyste est

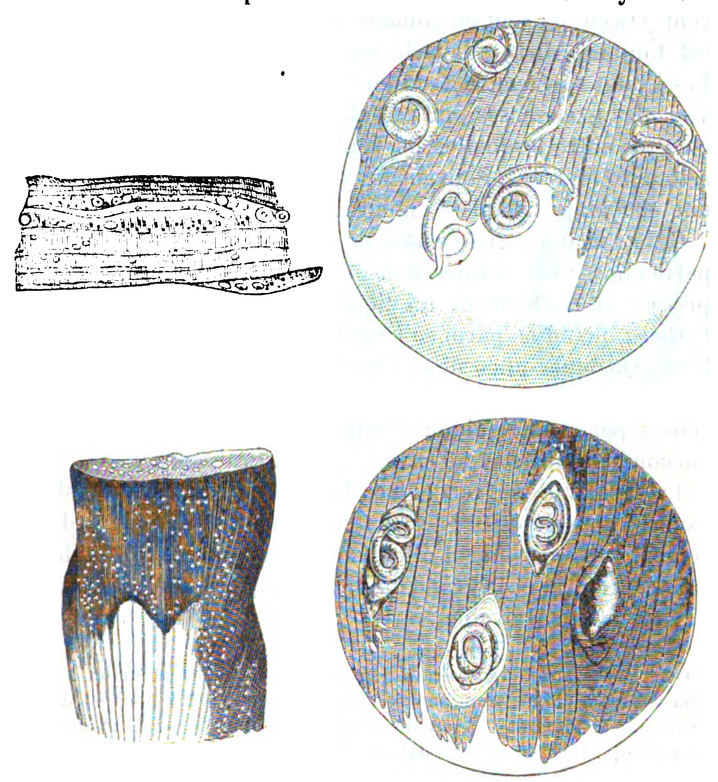


Fig. 432. — 1° trichine à l'état de larve, parvenue dans les fibrilles musculaires ; 2° parcelle de muscle trichiné vue au microscope ; 3° portion de muscle remplie de trichines enkystées (les kystes sont représentés ici crétifiés et de grandeur naturelle) ; 4° kystes vus au microscope (Pennetier).

d'autant plus prononcée, que celui-ci est de formation plus ancienne ; la conséquence de cette altération est la mort de la Trichine ; celle-ci est quelquefois complètement incrustée de matière terreuse. La dégénérescence crétacée commence par les pôles et n'envahit les parties centrales que plus tard.

Les muscles envahis par la trichine sont parsemés de petites

taches blanches dont la disposition est variable. Ces taches blanches constituent les kystes qui contiennent le ver enroulé. Ces vésicules peuvent être disposées par groupes, ou en séries linéaires ; parfois ils sont isolés (Davaine). Le plus souvent (Owen) ils sont en contact. Le grand diamètre des kystes est toujours dirigé dans le sens des faisceaux musculaires. Les kystes sont souvent entourés d'une sorte d'atmosphère de vésicules graisseuses, qui refoulent simplement les fibres musculaires entre lesquelles ils sont logés; ils adhèrent au tissu cellulaire ambiant. Souvent les vésicules graisseuses forment une enveloppe complète entourant le kyste.

Ces collections graisseuses ne présentent pas de caractères particuliers ; les cellules sont polyédriques par pression réciproque et contiennent un liquide transparent soluble dans l'éther ; quand la paroi se rompt, il s'écoule en globules huileux. Quelques-unes de ces vésicules contiennent parfois des cristaux, très probablement de stéarine. Les vésicules graisseuses pénètrent également dans l'intérieur du kyste, et le ver succombe à une sorte d'envahissement graisseux.

La Trichine se rencontre dans tous les muscles striés, excepté dans le cœur ; les muscles superficiels sont ordinairement plus gravement atteints que les muscles profonds ; le grand pectoral et le grand dorsal surtout en sont plus atteints que les autres (Davaine).

On trouve dans tous les traités spéciaux la liste des animaux susceptibles d'être trichinés, mais on voit, en la parcourant, que le porc est, d'après le régime de l'homme, le seul de ces animaux qui puisse lui transmettre ce parasite. En recherchant dans la viande des porcins la présence des cysticerques, on devra donc également examiner si elle ne contient pas de kystes à nématodes, semblables à ceux qui viennent d'être décrits.

La résistance vitale des Trichines est très considérable; elles continuent à vivre même dans les tissus pathologiques (cancer). Renfermées dans le sarcolème, les Trichines sont d'une extrême résistance aux agents physiques. Plongées dans un mélange à — 20°, on les a retrouvées vivantes au bout de 72 heures. Protégées par leur kyste, il faut une température de 70° à 75° centigrades, pour leur donner la mort. Chauffées à 60° dans une masse musculaire, on les retrouve vivantes. Dépourvues de leur enveloppe protectrice et soumises à une température de 67°, on les voit exécuter encore quelques mouvements. D'où *l'indication pratique de soumettre la viande suspecte à une cuisson complète*. On a

enterré des fragments de viande trichinée ; au bout de cinq jours la putréfaction était complète et les Trichines étaient vivantes. La Trichine est protégée par son kyste ; dès que cet agent protecteur vient à lui faire défaut, il suffit de la toucher avec de la glycérine ou de l'eau sucrée pour la voir mourir immédiatement (Laboulbène).

En France la trichinose a toujours été fort rare et réellement exceptionnelle : on a constaté sa présence trois fois seulement et sur le cadavre. La trichinose toutefois a été observée en province, à Crépy-en-Valois (Oise), dans la clientèle d'un médecin distingué, le Dr Jolivet, ancien interne des hôpitaux de Paris. Vingt personnes ayant mangé de la viande de porc salé, toutes devinrent plus ou moins malades et présentèrent des symptômes tout à fait différents de ceux que l'on observe dans nos pays. M. le Dr Jolivet fit examiner la viande par M. Laboulbène, qui y trouva de nombreuses Trichines.

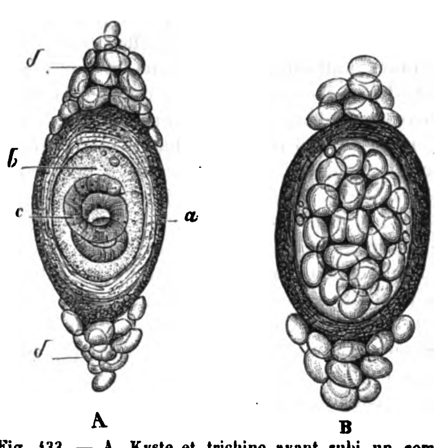



Fig. 433. — A. Kyste et trichine ayant subi un commencement d'altération. — *a*, paroi du kyste marquée de stries concentriques irrégulières, indiquant la structure lamellaire et parsemée de granulations terreuses : *b*, cavité du kyste envahie par une matière calcaire ; *c*, ver ayant subi un commencement d'altération ; *dd*, graisse qui s'accumule aux pôles des kystes en voie de destruction. — B. Kyste de la trichine envahi par des vésicules graisseuses intérieurement et extérieurement. — Le ver a disparu (d'après Bristowe et Rainey).

En Allemagne, d'après les dernières statistiques, la trichinose aurait diminué dans une notable proportion depuis que l'examen microscopique a été institué. En Suède, au contraire, cette affection semble beaucoup plus commune ; ainsi à Lienköping, on trouve un porc trichineux sur 63 animaux, tandis qu'à Copenhague on en trouve seulement 1 sur 465, à Schwérin 1 sur 550, à Halle 1 sur 3,000. En Amérique, la trichinose semble également être assez fréquente, et il serait indispensable d'établir dans les ports, et principalement à Hambourg, un service d'inspection sévère, sur les nombreux jambons qui nous viennent d'Amérique. A Chicago, sur 400 porcs examinés, on en trouva 28 infectés, c'est-à-dire 6/100 ; sur 200 jambons importés d'Amérique en Suède, il y en avait 20 trichinés, c'est-à-dire 1/10 (Nocart et Bouley).

Ainsi que nous avons pu nous en assurer, les jambons d'origine allemande proprement dite arrivent en France avec un certificat accompa-

gnant la lettre de voiture et constatant que le porc n'était pas malade et qu'il n'y a pas d'épizootie dans le pays. Ces certificats, dont nous possédons un certain nombre d'exemplaires, sont signés par l'inspecteur assermenté pour la recherche de la Trichine (1). Dans tous ces pays,

(1) *La trichine en Amérique.* — Dans ces dernières années on découvrit en Allemagne l'existence de trichines dans un grand nombre de jambons et de porcs sur pied, venant des États-Unis d'Amérique. Quand cette nouvelle arriva en Amérique, elle produisit un certain étonnement, et quelques journaux contestèrent même l'existence de la trichine aux États-Unis; ils avaient oublié qu'en 1874 on avait signalé dans ce pays plusieurs épidémies de trichinose humaine et que même l'Académie des sciences de Chicago avait chargé une commission de faire une enquête sur cette maladie, chez le porc. Ces préoccupations et ces faits avaient été oubliés ou étaient restés ignorés en Europe, et l'on ne se méfiait pas assez des jambons d'Amérique; les examens microscopiques institués en Allemagne par l'autorité sanitaire ont montré que les jambons de provenance américaine étaient encore plus fréquemment infectés que les jambons allemands. Il est important de connaître ces faits, car dans certains pays et particulièrement dans le Yorkshire et le Lancashire, les colons peu aisés font un usage très commun de la viande de porc crue (*The Lancet* et *Rev. d'hyg.*).

Le docteur W.-T. Belfield, répétiteur de physiologie à Rush College, et M. H.-F. Atwood, vice-président de la société microscopique de l'État, ont pendant plusieurs semaines examiné de la viande de porc en vue des trichines. Cet examen fut entrepris à la demande du conseil de santé de Chicago. Les échantillons furent fournis par un officier de santé, qui se les était procurés dans les différents dépôts de la ville, indistinctement. Les recherches portèrent sur une centaine de porcs, et dans huit on trouva des trichines. Le nombre approximatif de ces helminthes varia de 35 à 13, par pouce cubique de muscle strié. (Il faut dire que les viscères : foie, reins, cerveau, graisse, lard gras, n'en renferment jamais. Le cœur fait exception à cette règle à cause de ses fibres striées.) Un grand nombre d'expériences furent faites sur des rats, en vue de la rapidité de propagation de ces vers et de leurs effets, et ont fait voir que ces animaux peuvent être nourris de temps à autre de trichines, sans que leur santé en soit altérée. Pendant six semaines un rat ne reçut, tous les deux ou trois jours, que de la viande de porc altérée : il n'en résulta aucun trouble dans sa santé. Après l'avoir tué, on constata que son corps fourmillait de trichines vivantes. Les expérimentateurs affirment qu'il n'y avait pas moins de 100,000 vers. Ainsi les trichines pullulent en nombre considérable avant que la santé s'en ressente; mais au bout d'un certain temps, des symptômes myotiques se manifestent, le plus souvent sous forme de douleurs rongeantes, térébrantes, prétendues rhumatismales. Rien de plus fréquent à la campagne où, l'hiver, l'alimentation de nos campagnards consiste surtout en viande de porc moisie; car on

l'inspection microscopique est très exactement et très rigoureusement pratiquée; une prime de 15 à 30 marcs est attribuée à chaque inspecteur signalant un cas de trichinose, et ces fonctions sont généralement confiées à des femmes. Dans tous les cas douteux, elles doivent adresser les

se donne à peine le soin de la fumer ou de la faire bouillir, ce qui écarterait en grande partie le danger.

Plus récemment, à propos d'un décret ministériel interdisant l'entrée au Havre des viandes de porc venant d'Amérique, des expériences furent faites à Paris au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum, par M. Rebourgeon, sous la direction de M. Pouchet. Il en ressortit que les viandes de porc bien salées et en bon état de conservation ne renferment pas de trichines vivantes et sont par conséquent inoffensives. L'académie de médecine consultée d'autre part, soutint par un vote quasi-unanime cette proposition : qu'il suffit de faire cuire la viande suspecte, avec soin, pour éviter tout danger. — Enfin, pour en revenir aux expériences de Chicago, les auteurs cités plus haut ont trouvé qu'il suffit d'une petite quantité d'acide sulfurique mélangée à la saumure, dans laquelle sont conservés les quartiers de porc, pour tuer instantanément les trichines.

*La trichine en Italie.* — Au mois de janvier 1878, une quantité considérable de jambons expédiés par une puissante maison de Cincinnati, à des communautés de Milan et de Turin, furent préalablement soumis à l'examen microscopique, et l'on reconnut que ces jambons étaient trichinés dans la proportion de 3 sur 40. La *Gazette de Turin* du 4 mars 1879 rapporte également que le 1er du même mois un charcutier de Turin avait reçu 190 kilogrammes de jambon provenant de l'Amérique du Nord; les experts appelés à les examiner au microscope les trouvèrent trichinés. A Milan, l'autorité s'est émue de ces faits. Le syndic a publié une ordonnance en vertu de laquelle toutes les viandes de porc venant de l'étranger devront être soumises à un examen microscopique avant d'être livrées au commerce : les viandes trichinées seront détruites.

*Sur les porcs examinés en Prusse, en 1877, au point de vue de la trichinose*, par le docteur Eulenberg (*Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. offentl. Sanitatswesen*, Bd XXX, H. I, p. 175, 1877, et *Rev. d'Hyg.*).

En Prusse, l'examen de la viande de porc par les médecins officiels (*Kreisphysici*), au point de vue de la trichinose, est obligatoire. Le tableau suivant montre la marche suivie par la décroissance de la maladie :

| | | | |
|---|---|---|---|
| En 1876, | on trouvait 1 porc | trichiné sur | 2,160 |
| En 1877 | — | — | 2,800 |
| En 1878 | — | — | 2,066 |
| En 1879 | — | — | 1,632 |
| En 1880 | — | — | 1,460 |
| En 1884 | — | — | 1,741 |
| En 1885 | — | — | 1,852 |

Le docteur Eulenberg fait ressortir la nécessité de vérifier les instru-

préparations à des médecins ou à des pharmaciens désignés par le gouvernement, et qui ont souvent eu à rectifier certaines erreurs : ainsi l'on a quelquefois confondu des psorospermies, des anguillules du vinaigre, etc., avec des trichines, méprises auxquelles on ne sera pas exposé si l'on se reporte aux caractères donnés plus haut.

Voici quelle marche conseillent de suivre MM. Bouley et Nocart, dans le rapport qu'ils ont présenté au Congrès international d'hygiène : « Un grossissement de 20 à 50 diamètres est ce qu'il y a de plus commode pour ces recherches. Il faut examiner des fragments des muscles qui en sont le plus fréquemment le siège, c'est-à-dire du diapragme, du masséter, des muscles laryngés, des intercostaux, des muscles de l'avant-

ments employés par les médecins, tous les trois ans au moins ; à côté d'un grand nombre de remarques, concernant surtout le choix des instruments, le grossissement, etc., nous relèverons celle-ci : que le point de la plus grande concentration des trichines se trouve dans les piliers du diaphragme. L'examen des cochons au point de vue de la ladrerie est également obligatoire ; depuis que cet examen est institué, le nombre des cochons ladres connus a augmenté dans des proportions énormes. En 1876 il y avait en Prusse 800 porcs trichinés et 2387 en 1885 (voir R. Blanchard, *loc. cit.*).

*La trichine en Espagne.* — En mars 1879, la présence de la trichine a été constatée à Barcelone, et ce n'est pas sans de grandes peines et de nombreuses démarches, que M. Darder, vétérinaire, obtint un microscope de l'administration. Il y a quelques années, un pharmacien de Villar de l'Archevêque (province de Valence) réunit vingt-huit personnes à sa table pour manger de la viande de porc. Tous les convives furent atteints d'une maladie qui se manifesta par les mêmes symptômes, et six succombèrent. On finit par découvrir qu'il s'agissait de trichinose. En présence des transactions commerciales importantes qui se font entre la France et l'Espagne, il convient d'exercer la plus grande surveillauce sur la viande de porc qui vient de ce pays.

On a également constaté la présence de la trichine à Séville. Le Dr Ramond Codina Langlin a publié un mémoire sur les moyens de reconnaitre la présence de la trichine et de s'opposer à son développement.

*La trichine en Syrie, en Égypte.* — Une circulaire du ministre de l'intérieur d'Italie, en date du 14 février 1879, informe officiellement le pays de l'existence de la trichine dans les porcs de la Syrie et d'Égypte. Un décret du même jour prohibe l'importation en Italie des porcs sur pied ou de leurs viandes, en provenance de l'empire ottoman, y compris l'Égypte.

bras et de la jambe; on y fait, à l'aide de ciseaux fins, de minces coupes dans le sens des fibrilles et le plus près possible de leur terminaison. Ces coupes sont étalées sur une même plaque de verre, au centre d'une goutte d'eau, dilacérées à l'aide d'aiguilles imbibées d'acide acétique et de glycérine, recouvertes d'une lamelle et mises au point. En promenant la préparation sous l'objectif, de façon à en parcourir toute l'étendue, on aperçoit bientôt quelque Trichine, qui se présente sous forme de dilatation pâle, ovoïde, située entre les faisceaux primitifs, qu'elle écarte et refoule, en les incurvant autour d'elle; c'est le kyste à l'intérieur duquel on distingue le ver, enroulé en spirale, qui peut avoir un tour et demi, deux tours ou deux tours et demi; à chaque pôle de ce kyste se trouve un prolongement blanchâtre, opalin, en forme de cône tronqué qui, plus tard, s'infiltre de tissu adipeux et en dernier lieu, se calcifie. Si la maladie est très avancée, on rencontre bientôt quelques Trichines, dans l'une ou l'autre des préparations ; mais lorsqu'elle est peu accusée, lorsque surtout il s'agit de déterminer si un porc est trichiné ou non, alors il faut multiplier les préparations et les examiner minutieusement, avant de pouvoir porter un jugement consciencieux.

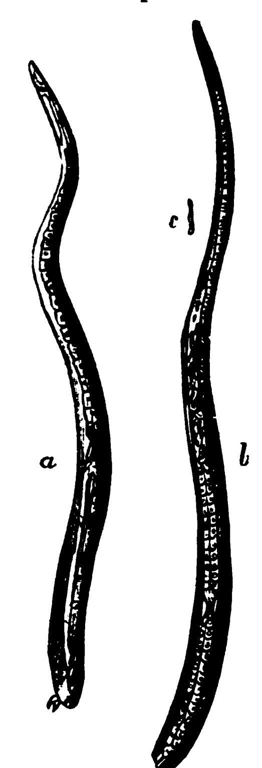


Fig. 434. — Trichines intestinales. — *a*. Mâle. — *b*. Femelle. — *c*. Embryon grossi.


Fig. 435. — Trichine dégagée de son kyste et enroulée sur elle-même.

Dans ces derniers temps, un savant russe, M. Tikhomiroff, a décrit une méthode de dissociation des fibres musculaires destinée à faciliter la recherche des Trichines : « La viande suspecte est coupée en petits fragments, puis mise à digérer pendant une demi-heure, dans un mélange de une partie d'acide azotique, pour une partie de chlorate de potasse; il suffit ensuite de porter les fragments du muscle dans un flacon rempli d'eau distillée et d'agiter avec force; les muscles se dissocient en fibrilles très minces, dont quelques-unes présentent, sur leur longueur, des renflements fusiformes assez facilement perceptibles, même à l'œil nu, et qui ne sont autre chose que des Trichines enkystées, ainsi que permet de s'en assurer le plus simple examen microscopique. » Comme le font observer MM. Bouley et Nocart, ce dernier procédé, excellent en lui-même, est trop compliqué pour entrer définitivement dans la pratique de l'inspection de la viande de boucherie.

**Altérations de la viande provoquées par des larves d'insectes.** — Pour compléter ce qui a trait aux viandes de boucherie, nous emprunterons les renseignoments qui suivent au remarquable rapport de MM. Bouley et Nocart, dont nous avons parlé plus haut. Les larves de mouches, déposées pendant les chaleurs de l'été, à la surface des viandes, hâtent leur décomposition. « Un médecin anglais a constaté que, lorsque ces larves existent en grand nombre dans la viande et qu'elles sont introduites vivantes dans le tube digestif de l'homme, elles peuvent y déterminer des accidents qu'il a décrits sous le nom de *myasis*. » Une telle viande, à moins qu'elle ne soit dans un état de putréfaction déjà avancé, peut parfaitement servir à la consommation, à la condition d'enlever la couche superficielle dans laquelle vivent les larves. On se met facilement à l'abri de la production de ces larves de mouche, en couvrant la viande avec une gaze ou une toile métallique. « Les mouches les plus redoutables, par ordre de gravité, sont : 1° la mouche bleue, ou mouche à viande (*Musca vomitoria*), remarquable par sa fécondité ; c'est la mère des *asticots ;* 2° la mouche grise ou mouche carnassière (*Musca carnaria*), encore plus grande et plus féconde que la première, mais moins fré-

quente ; 3° la mouche ordinaire (*Musca domestica*), redoutable par sa domesticité ; 4° enfin la mouche dorée (*Musca cæsar*), qui recherche plutôt les viandes putréfiées que les viandes fraîches. »

*Viandes charbonneuses.* — On sait que les affections appelées charbon, fièvre charbonneuse, sang de rate, mal de montagne, etc., constituent une seule et même affection virulente, causée par le développement dans les tissus et dans le sang, d'un organisme inférieur, la *bactéridie* (Davaine) ou le *bacillus anthracis* (Colin). (Voir à l'article BACTÉRIENS.) Un animal mort du charbon, subit rapidement la putréfaction : les débris d'animaux charbonneux, disent MM. Bouley et Nocart, acquièrent des propriétés septiques, de sorte que l'inoculation d'une parcelle de sang détermine en quelques heures, non plus le charbon, mais une septicémie presque foudroyante. On peut reconnaître la viande charbonneuse aux caractères suivants : sa couleur est rouge foncé ; lavée, elle a une consistance molle ; elle est friable comme de la viande cuite. On peut encore la reconnaître au sang noir, épais, boueux, que l'on voit sourdre à la surface lorsqu'on presse le morceau entre les doigts ; dans les interstices musculaires, le tissu conjonctif est infiltré, ecchymosé ; les débris de vaisseaux que l'on peut y rencontrer montrent la couleur violacée de leur tunique interne ; enfin, l'examen microscopique fera reconnaître, dans une gouttelette de sang, un grand nombre de bactéridies flottant dans le sérum. Si la viande est fraîche, sans mauvaise odeur, la présence de ces bâtonnets immobiles est le signe caractéristique du charbon et permet d'affirmer l'existence de la maladie. Si la viande était putréfiée, le diagnostic serait plus délicat à cause de la présence des bactéridies de la putréfaction ; mais dans les deux cas la viande devrait être rejetée (Bouley et Nocart, *loc. cit.*).

**Viandes septicémiques** (Rapport de MM. Bouley et Nocart). — On sait, depuis les belles expériences de M. Davaine, que le sang septicémique est peut-être le poison le plus redoutable qu'il soit donné à l'homme de manier. Une dilution à 1/10000 de ce sang injectée à un animal le tue avec une grande rapidité. M. Pasteur a démontré que cet état particulier du sang

est dû à la multiplication d'un parasite miscroscopique, auquel il a donné le nom de *Vibrion septique* (voir article Schizomycètes). Tandis que la bactéridie charbonneuse a besoin d'oxygène pour vivre, le vibrion septique serait tué par cet élément; la bactéridie charbonneuse est aérobie; le vibrion septique, au contraire, est anaérobie. La septicémie est souvent la conséquence de la mortification d'un organe, ou bien encore l'effet du développement de ces vibrions à la surface d'une plaie. C'est ainsi que se développe la gangrène traumatique, la pourriture d'hôpital (1). La viande d'un animal atteint de septicémie

(1) *Sur la phosphorescence de la viande.* — Ce phénomène a donné lieu à de nombreux travaux, parmi lesquels on peut citer ceux de MM. Mateucci, Quoy, Gaymard, Becquerel, Beccaria, Nuesch, Bancel et C. Husson, etc. Parmi ces travaux, les uns ont un caractère purement chimique, nous ne nous y arrêterons pas. Tandis que M. Mateucci attribue à un travail d'oxydation lente, et à la production de deux électricités se reconstituant à mesure, la phosphorescence de la viande de poisson, M. Nuesch croit avoir reconnu que la phosphorescence des poissons provient de la respiration d'animalcules, comme la phosphorescence des eaux de la mer, attribuée par Mateucci à la présence d'une multitude d'animalcules méduses, béroés, etc. Ayant observé au microscope de la viande phosphorescente, ce savant a vu une masse de petites bactéries à côté de chapelets de globules et de magnifiques octaèdres (*J. de ph. et de chim.*, décembre 1878).

Dans un cas de phosphorescence de viande de homard, observé par MM. Bancel et C. Husson, la viande était belle et saine et sans odeur putride. M. Nuesch a pu propager les éléments producteurs de la phosphorescence à de la viande de porc. MM. Bancel et Husson ont été moins heureux. Ils ont procédé à l'examen microscopique de cette viande. A un grossissement de 800 diamètres, ils ont observé de petites bactéries et des petites cellules d'un jaune roux, qui ont une certaine analogie avec celles qui ont été signalées dans la neige rouge (*protococcus nivalis*). Ces cellules avaient pour caractère commun de pouvoir vivre et se développer à une température relativement basse. M. Nuesch, qui a observé ce phénomène sur la viande de boucherie, considère que la phosphorescence ne communique pas de caractères nuisibles à la viande, et il se base sur ce fait d'observation, que la putréfaction détruit la phosphorescence.

MM. Bancel et Husson ne partagent pas cette opinion sans apporter toutefois des preuves bien positives à l'appui de leurs réserves.

On consultera avec fruit, sur la phosphorescence, le mémoire de R. Dubois, présenté comme thèse à la Sorbonne, en 1886 : les *Élatérides lumineux*.

est molle, noirâtre, avec des reflets jaune-verdâtre irisés; elle est très friable et exhale une odeur particulièrement fétide (sulfhydrate d'ammoniaque). La graisse est molle, rougeâtre; le tissu conjonctif infiltré. Le sang, comme dans le charbon, est noir, boueux et se coagule difficilement.

Les viandes charbonneuses et les viandes septicémiques doivent être écartées de la consommation. Certainement, si elles étaient parfaitement cuites, on pourrait peut-être impunément les consommer; mais, comme il a été observé que les bactéridies charbonneuses conservaient leur action spéciale dans la viande dite saignante, c'est-à-dire imparfaitement cuite, et qu'inoculées elles donnent le charbon, on voit à quel danger on peut s'exposer. Le suc gastrique, comme l'a démontré M. Colin, détruit la bactéridie charbonneuse, aussi cette voie d'introduction peut être considérée comme le plus souvent exempte de danger; mais il ne faut pas oublier, comme le disent fort bien MM. Bouley et Nocart, qu'avant d'être servie pour le repas, la viande doit subir des manipulations, des préparations plus ou moins longues et compliquées, au cours desquelles le boucher, la maîtresse de maison ou la cuisinière peuvent être victimes d'inoculations accidentelles souvent fort graves et quelquefois mortelles. Le danger est d'autant plus grand que l'acheteur ignore toujours l'origine de la viande, le danger qu'il court et, par conséquent, ne prend aucune précaution pour s'en préserver.

L'importance de ces questions nous a engagé à insister sur les conséquences naturelles qu'elles entraînent. Il n'est plus permis actuellement de mettre en doute l'urgente nécessité de soumettre les viandes de boucherie à un contrôle sévère. Cette inspection est d'autant plus nécessaire que dans bon nombre de pays, dès qu'un animal de boucherie est malade, dans la crainte qu'il ne guérisse pas ou que les médicaments qui lui seront administrés communiquent un mauvais goût à la viande, on s'empresse de l'abattre et de l'expédier sur une grande ville. Dans les centres importants, il y a un service d'inspection plus ou moins bien organisé, tandis que dans les campagnes il n'y a aucune serveillance, les bouchers et les charcutiers livrent à leurs clients des viandes dont ils connaissent seuls l'origine. Si un grand nombre sont retenus par un sentiment de probité et aussi par la crainte de voir leur clientèle les abandonner, il peut y en avoir qui pèchent ou par ignorance, ou par excès de cupidité. Donc l'inspection est nécessaire. Jusqu'ici, dans les centres, les fonctions d'inspecteur ont été remplies par des hommes sans instruction, dont les décisions, pour être souveraines, n'en sont pas moins souvent entachées d'erreur, comme l'a encore démontré M. Bouley dans une des séances de l'Académie de médecine (septembre 1878).

Ainsi que le disent fort bien MM. Bouley et Nocart, tout est à faire dans cette grave question. Ces deux hygiénistes voudraient voir un abattoir dans chaque canton; l'inspection des viandes devrait être faite par des

hommes compétents. Il est certain que les vétérinaires, par leurs études spéciales, seraient parfaitement disposés à remplir le rôle d'inspecteur, mais leur nombre est restreint et leurs occupations nombreuses les tiennent presque constamment en voyage. Il nous semble que le pharmacien, dont la profession fait un homme très sédentaire, pourrait rendre les plus grands services au moins, au point de vue de la recherche des parasites, qui demande plus de temps que l'inspection des viandes provenant d'animaux malades. Quoi qu'il en soit, MM. Bouley et Nocart proposent l'organisation suivante : 1° des inspecteurs communaux ; 2° un inspecteur cantonal.

Les inspecteurs communaux seraient choisis par l'inspecteur cantonal parmi des personnes sédentaires ayant l'habitude des animaux.

L'inspecteur cantonal serait exclusivement choisi parmi les vétérinaires.

Des services analogues existent dans presque toute l'Europe et fonctionnent à la satisfaction générale (1).

**Mesures préventives prises dans quelques contrées de l'Europe.** — Dans les pays où les viandes trichinées ont fait depuis longtemps leur apparition, les détenteurs et les vendeurs de cette nourriture malsaine ont fondé une association d'assurances mutuelles, dont le but principal consiste à s'indemniser réciproquement pour les pertes éprouvées par suite de la destruction des chairs malades.

A Rirkemsen, les charcutiers ont pris des leçons d'analyse microscopique auprès du docteur Kitrng ; ils ont, en outre, adopté des statuts réglementaires, par lesquels chaque membre s'engage à posséder un bon microscope, à concourrir au payement d'une prime à celui qui trouvera un porc trichineux.

A Brunswick, où l'examen microscopique de chaque porc est obligatoire, les bouchers ont également formé entre eux une compagnie d'assurances contre les pertes.

A Berlin, sur l'invitation de la corporation des bouchers et avec l'assistance de son chef, un comité de médecins et de vétérinaires s'est réuni pour résoudre toutes les questions qui se rattachent à l'origine des Trichines, aux moyens de les reconnaître chez le porc et de combattre les effets pernicieux qu'elles produisent chez l'homme.

Pour donner une idée des ravages que causerait à la santé publique l'introduction des viandes trichinées dans les grandes villes, M. le Dr Boujean rappelle (*Journal d'hygiène*) qu'à Paris il y a près de 900 charcutiers, occupant 1,500 ouvriers. La population parisienne consomme annuellement 23 millions de kilogrammes de charcuterie, qui représentent une valeur de 35 millions de francs.

A Magdebourg, toutes les ordonnances relatives à la Trichine se trouvent

(1) Pour plus de détails, voir le Rapport de MM. Bouley et Nocart. A Paris et dans toutes les grandes villes de France le service de l'inspection des abattoirs est maintenant parfaitement organisé et confié à des vétérinaires spéciaux qui s'y consacrent exclusivement.

représentées par l'article suivant : « Quiconque tue ou fait tuer un porc est tenu de le faire examiner microscopiquement, par un expert nommé par les autorités, à cet effet; et ce ne sera qu'en présence du certificat donné par l'expert, après vérification faite, que le porc ne contenait pas de Trichine, que la viande de celui-ci pourra être vendue ou préparée, pour la nourriture de l'homme. Celui qui contrevient à cette ordonnance encourt une amende de 5 à 10 thalers (18 fr. 75 à 37 fr. 50) ».

A Berlin, les bouchers font en général examiner la viande des porcs qu'ils tuent, mais un grand nombre débitent la viande de porc sans l'avoir soumise à aucun expert. Quant à la police sanitaire, elle n'intervient que dans le cas de trichinose chez l'homme; on recherche alors l'origine de l'infection, que généralement on ne réussit pas à découvrir.

En 1870, on a trouvé cinq porcs trichineux chez les quatre bouchers qui avaient fait examiner les porcs qu'ils tuaient. Beaucoup plus grand a été le nombre des jambons importés d'Amérique, et trouvés trichineux, *malgré le certificat d'examen qui leur avait été délivré à Hambourg.*

76 cas ont été dénoncés à la préfecture de police, ce qui suppose un nombre beaucoup plus considérable de jambons trichineux non dénoncés.

Dans un magasin, on a trouvé 2 jambons trichineux sur 10 examinés, et dans un autre magasin sur 1,500 jambons examinés, 12 contenaient des trichines.

Aussi le nombre des cas de Trichine chez l'homme a-t-il augmenté d'une manière alarmante à Berlin. Tandis qu'en 1876 on n'avait constaté que trois cas d'infection trichineuse, affectant deux fois, deux personnes seulement, et la troisième fois, quatre personnes, tandis qu'en 1875, on n'avait observé que quatre cas, attaquant deux fois une seule personne, et les deux autres fois, deux personnes ; en 1878, il y a eu quinze fois des infections de Trichine, attaquant un total de cent deux personnes, dont huit ont succombé à la maladie.

Un seul de ces foyers, infecté par la même source, comprenait trente-six personnes ; un autre seize, un troisième douze. Une seule fois on a pu retrouver de la viande trichineuse chez le marchand qui avait causé l'infection de ses chalands.

Pour remédier à un tel état de choses, la police de Berlin a jugé nécessaire de rendre obligatoire l'examen des porcs tués dans la ville, ainsi que les viandes salées venant du dehors. (Dr Sentinon, *Journal d'hygiène*, 1879.)

**Filaria.** — Dès que l'on rencontrera un Nématode très allongé, blanc, jaunâtre, grisâtre ou rougeâtre, on devra songer à le placer dans ce genre; généralement un examen, même rapide, suffira à confirmer cette première diagnose : la situation tout à fait antérieure de la vulve, la constitution de la bouche, relevée de papilles saillantes, permettent de reconnaître aisément les Filaires. Plusieurs espèces ont été rencontrées dans

les milieux de l'œil, le sang, etc. (v. *Sang*). La plus célèbre est la Filaire de Médine (*F. Medinensis*) qui ne s'observe que chez les habitants des contrées intertropicales ou chez les voyageurs, les soldats ou les marins, etc., ayant récemment habité ces régions. On la rencontre sous les téguments de la tête, du thorax, des membres, etc. ; sa situation sous-cutanée, sa taille (de 50 centimètres à 2 mètres) permettront de la distinguer facilement. L'étude des embryons toujours très nombreux et longs de $0^{mm}$,6 ou $0^{mm}$,8 qu'elle contient, achèveront d'établir

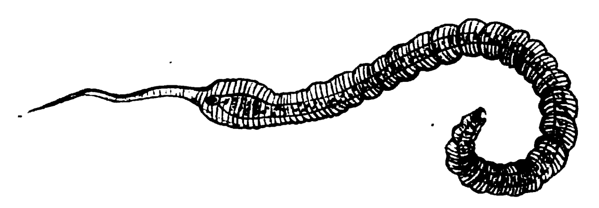


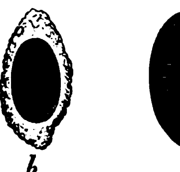
Fig. 436. — *Filaria medinensis* jeune (d'après Cobbold).

le diagnostic. Pour examiner les embryons, il faudra dilacérer le corps de la Filaire et observer son contenu sous un grossissement de 160/1 et dans la glycérine additionnée d'acide acétique.

D'après M. Davaine, les embryons pénétreraient dans la peau, non par perforation, mais en s'introduisant dans le conduit excréteur d'une glande sudoripare, dont le calibre est égal à l'épaisseur de l'embryon, ou dans la gaine des poils. et arriveraient ainsi dans le derme.

**Strongylus gigas.** — On sait que le *Strongle géant*, habituellement localisé dans les reins du chien ou du bœuf, aurait été observé chez l'homme. Ses grandes dimensions, sa teinte rouge, ses six papilles buccales permettront toujours de le reconnaître sûrement dans cet habitat ; mais l'observation qui permet seule de diagnostiquer sa présence, exige le concours du microscope, car elle repose sur l'examen de ses ovules. Ceux-ci sont bruns, elliptiques ; il mesurent $0^{mm}$,07 suivant leur grand diamètre et $0^{mm}$,04 suivant leur petit diamètre. il convient de rechercher ces ovules dans l'urine (v. *Sédiments urinaires*) chaque fois qu'une affection rénale grave est soupçon-

née. Leurs grandes dimensions permettront de les observer avec un grossissement de 200/1 ; une trace d'acide sulfurique ou de potasse suffira pour donner toute la rigueur possible à un diagnostic, dont on ne doit pas se dissimuler la gravité.



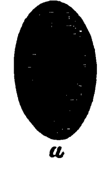
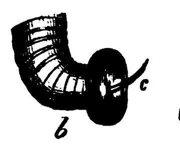



Fig. 437. — Ovule du *Strongle géant* (du chien). — *a*. Observé directement. — *b*. Traité par l'acide sulfurique concentré qui rend le vitellus apparent.



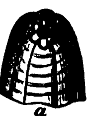



Fig. 438. — *Strongylus gigas* (mâle). — *a*. Extrémité céphalique montrant les nodules qui entourent la bouche. — *b*. Extrémité caudale avec la cupule copulatrice, du centre de laquelle sort le pénis *c*.

Les indications précédentes devront suffire à toutes les préparations relatives aux Nématodes parasites de l'homme ou des animaux domestiques et dont on trouvera les caractères dans les traités d'helminthologie : *Syngamus trachealis* doit être

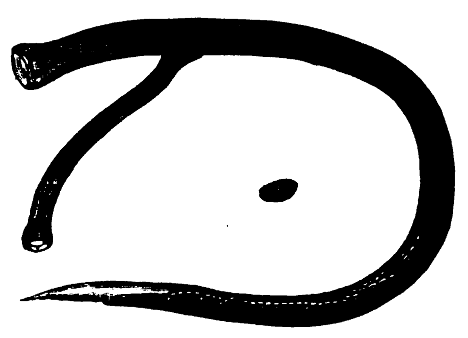


Fig. 439. — *Syngamus trachealis;* mâle et femelle accouplés ; au centre de la figure on a représenté un œuf (Mégnin).

signalé en raison de sa fréquence chez les gallinacées ; actuellement ce parasite exerce les plus grands ravages sur les faisans qu'il fait mourir par milliers (Mégnin). Le *Syngamus* témoigne d'une évidente parenté zoologique avec le Sclérostome ; on trouve ce vers presque toujours accouplé ; le mâle, beaucoup plus petit que la femelle, forme avec elle un angle presque

droit, ce qui a fait donner à ce parasite le nom de ver crochu. Le développement et le mode de transmission ne sont pas connus. D'après Davaine, on a trouvé ce ver dans la trachée ou dans les bronches, chez le coq domestique, le dindon, la pie, le martinet, l'étourneau, le pic-vert, le faisan, la perdrix, la cigogne noire. « M. Leidy l'indique comme très commun chez les poules en Amérique. Le D[r] Crisp estime à un demi-million le nombre des poulets que ce ver détruit actuellement en Angleterre, sans compter les faisans (1) et les perdrix, de sorte qu'il serait d'un intérêt véritablement national, dit-il, de trouver le moyen de prévenir l'invasion de ce ver ou de le tuer (Davaine) » (2).

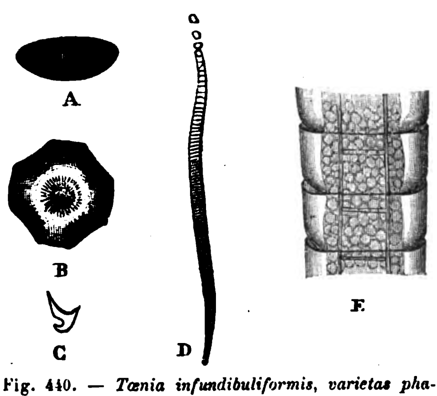



Fig. 440. — *Tænia infundibuliformis, varietas phasianorum.* — A. Un des premiers anneaux. — B. Tête vue de face. — C. Crochet. — D. Ténia de grandeur naturelle. — E. Anneaux considérablement grossis (Mégnin).

**Parasites des voies respiratoires.** — Un ver nématoïde, le *Strongylus longevaginatus* (Diesing) a été rencontré dans les voies respiratoires de l'homme. Ce cas se présente rarement ;

(1) Les faisans sont également atteints d'un ténia particulier, dont nous donnons ci-contre la figure (V. fig. 440).

Les Syngamus exercent de terribles ravages dans les faisanderies, et s'attaquent aux genres exotiques (Lophophores, etc.). Au Muséum la plupart des oiseaux s'en trouvent atteints, et on les rencontre aussi bien dans les Canards et les Spatules, que chez les Marabous et les Pélicans (J. Chatin).

(2) M. Mégnin a indiqué un moyen de détruire ce ver qu'il tient d'un faisandier de la forêt de Fontainebleau : c'est de mêler de l'ail pilé à la pâtée destinée aux faisans; le susdit faisandier a ainsi débarrassé ses parquets de ce terrible parasite (*Bulletin de la Société centrale vétérinaire* 1878).

Parmi les parasites des animaux domestiques nous citerons encore, le Sclérostome du cheval, *Sclerostomum armatum* (V. Davaine, *Synopsis*, CXIII).

jusqu'ici, il n'a été rencontré qu'une fois. (P. la descript., voy. Davaine, *Synopsis*, p. CXVII.) M. Rainey, d'après Davaine, aurait également observé des vers nématoïdes à l'état de larves dont l'espèce n'aurait pu être déterminée, dans le larynx et la trachée d'un individu. Ayant examiné ces vers au microscope, M. Rainey a vu que ceux-ci étaient plus effilés à une extrémité qu'à l'autre et que l'extrémité la plus grosse se mettait toujours en mouvement avant la plus petite. Quand les mouvements cessent, le ver reste enroulé et ressemble à une trichine renfermée dans son kyste. Ce nématoïde est long de $0^{mm},75$, large de $0^{mm},016$, obtus en avant, graduellement aminci en arrière. L'œsophage occupe plus du tiers de la longueur du corps, l'intestin est droit ; l'anus semble exister un peu en avant de l'extrémité postérieure ; il n'y a pas d'organes génitaux internes ou externes (Davaine, p. 22).

A la suite d'une communication faite à l'Académie des sciences par M. le Dr Nicati (de Marseille), sur la concomitance d'une épidémie de diphthérie ayant régné à la fois sur les basses-cours et sur les habitants de Marseille, une certaine émotion s'était manifestée et on s'était demandé si la diphthérie des oiseaux ne pouvait pas se communiquer à l'homme.

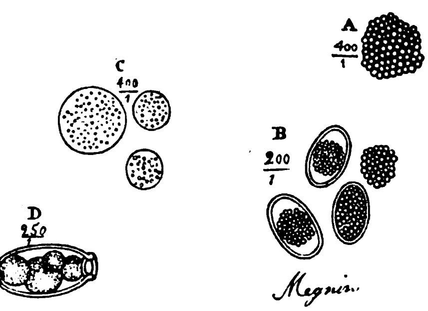


Fig. 441. — Coccidies des oiseaux et des lapins. — A. Jeunes coccidies du mésentère d'une poule. — B. Jeunes coccidies du foie chez un lapin. — C. Jeunes coccidies du poumon de la poule. — D. Coccidie adulte en voie de segmentation, encore nommée *grégarine* (Mégnin).

Cette maladie est connue des éleveurs sous le nom de *muguet jaune*, de *chancre*, d'*esquinancie*, et se présente sous deux formes principales, ordinairement combinées chez plusieurs malades, à savoir : 1° *une forme pseudo-membraneuse*, caractérisée par des fausses membranes, d'un blanc jaunâtre plus ou moins foncé, que l'on rencontre tapissant un ou plusieurs des

organes suivants : langue, pharynx, cavités nasales, larynx, jabot, intestins, réservoirs aériens ; 2° *une forme tuberculeuse*, caractérisée par des productions sphériques, caséo-granuleuses, jaunes, qui se développent dans les organes parenchymateux, dans le tissu cellulaire, dans l'épaisseur des tuniques intestinales, dans les orbites, ou sur la peau ; tubercules qui ont exactement la même structure que les fausses membranes, c'est ce qui a engagé M. Mégnin à nommer cette affection *tuberculo-diphthérie*.

Cette affection est très contagieuse entre oiseaux.

L'anatomie pathologique de cette maladie avait été faite en Italie et en France, et on avait toujours trouvé un proto-organisme qui se rencontre sous la fausse membrane, ou à la périphérie des tubercules et qui avait été regardé comme la cause déterminante. Ce proto-organisme est une *psorospermie* du groupe des Coccidées.

L'étude de cette affection, reprise par MM. Cornil et Mégnin, a démontré que les *Coccidies* n'étaient pas la véritable cause de la *tuberculo-diphthérie* des oiseaux car cette affection était, tantôt une véritable tuberculose avec le bacille caractéristique en tout semblable à celui de l'homme, et dans ce cas, l'affection est contagieuse à l'homme chez lequel elle détermine la phthisie et réciproquement ; tantôt une diphthérie particulière des oiseaux mais différente de celle de l'homme et par suite non contagieuse à ce dernier.

Quant au parasite du lapin, la *coccidie oviforme*, c'est l'agent d'une tuberculose générale du foie de cet animal qui en fait périr un grand nombre, surtout chez les jeunes sujets, mais elle n'est pas contagieuse à l'homme.

Certains entozoaires peuvent pénétrer accidentellement dans le larynx, la trachée et les bronches (Ascarides, Hydatides).

**Pseudhelminthes.** — Il ne suffit pas de retracer les caractères distinctifs des principaux Helminthes, d'indiquer les procédés capables de faciliter leur étude, il faut encore signaler les erreurs qui peuvent être commises à leur sujet, et mettre les observateurs en garde contre des déterminations trop hâtives et des rapprochements trop difficiles à justifier. Les observations de pseudhelminthes sont nombreuses et doivent

être rapportées à des corps d'origine très différente. Les larves des Diptères, les larves de *Teichomyza fusca*, ou mouches des latrines, ont été souvent décrites comme des Nématodes (Oxyures nouveaux, etc.), il en a été parfois de même pour les larves d'Œstrides, mais le nombre des anneaux, la présence d'un appareil trachéen, permettent d'éviter aisément une semblable confusion.

Souvent, des aliments incomplètement digérés (fragments de tendons de muscles, etc.) ont été considérés comme des Entozoaires, et le même rapprochement a été quelquefois admis pour de simples débris végétaux (pétioles, fragments de tiges, cellules endocarpiennes des Citrus, etc.) (1).

Il est certain que, si les causes d'erreur sont nombreuses, elles diminueront infailliblement par l'application du microscope combinée avec les connaissances d'histoire naturelle, que tout médecin ou pharmacien doit posséder aujourd'hui.

**Des Acariens** (Arachnides).

Presque tous les Acariens, dit M. Mégnin, ont une grande tendance à la vie parasitaire et passent au moins une partie de leur vie sur d'autres animaux : les uns s'y attachent simplement pour se faire transporter ailleurs, comme les hypopes des Tyroglyphes et les nymphes de Gamases ; les autres, pour y vivre des humeurs exhalées à la surface de la peau, pour y sucer le sang qui sert à leur développement et à celui de leur progéniture, comme les larves des Trombidions, des Ixodes, des Argas, des Dermanysses, des Ptéropes, et ne causent d'autre dommage qu'une piqûre sans conséquences graves, qui disparaît spontanément au bout de peu de temps ; d'autres enfin se logent sous l'épiderme, ou entre les débris de cette membrane qu'ils ont déchirée, et déterminent par leurs morsures répétées et *venimeuses* l'éruption eczémateuse et prurigineuse qui constitue la gale. (Mégnin, *Précis des maladies de la peau du cheval.*)

Le mode d'action des Acariens n'est pas d'ordre purement physique ; ils blessent en effet, mais la plaie qu'ils font n'est

(1) Observation publiée par les docteurs Bochefontaine et Galippe, dans les *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1873.

pas simple, parce qu'ils ont une salive venimeuse, comme la plupart des Arachnides. M. Mégnin a fait la démonstration de ce fait de la façon suivante : il a recueilli un certain nombre de Psoroptes, qui sont les plus gros des Acariens psoriques, et qui abondent dans le rouvieux du cheval ; en les écrasant, on obtient une gouttelette de liquide qui, inoculée avec une aiguille très fine, détermine l'apparition d'une vésicule eczémateuse, avec démangeaison, absolument comme la piqûre du Psoropte lui-même (*loc. cit.*).

L'ordre des Acariens renferme des espèces innombrables, réparties en douze familles. Dans la famille des *Sarcoptidés* se trouve une tribu composée uniquement d'Acariens psoriques, au nombre de sept espèces, subdivisibles elles-mêmes, chacune en un certain nombre de variétés. Ces sept espèces sont réparties en trois genres, de la manière suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Genre *Sarcoptes* (Latr.)..... | Sarcoptes scabiei... | (Latr.) |
| | Sarcoptes notoedres | (Bourg et Delafond) |
| | Sarcoptes nutans... | (Ch. Robin et Lanq.) |
| Genre *Psoroptes* (Gervais). Synon. Dermatodectes (Gerlach)............. Dermatokoptes (Furstemb.) ........... | Psoroptes longirostris.............. | (Mégnin) |
| Genre *Chorioptes* (Gervais). | Chorioptes spathiferus.............. | (Mégnin) |
| | Chorioptes setiferus | (Mégnin) |
| | — ecaudatus | (Mégnin) |

Les détails qui vont suivre seront empruntés aux différentes monographies de M. Mégnin. Les travaux de ce savant naturaliste ont jeté une vive lumière sur l'histoire des Acariens, nous ne pouvons prendre un guide plus compétent.

Comme le fait remarquer M. Mégnin, aucune de ces espèces parasites n'est particulière à une espèce animale, ainsi qu'on l'admet généralement aujourd'hui. La première espèce de sarcoptes a été rencontrée sur dix espèces animales différentes, mais elle présente des variétés. C'est ainsi qu'elle pourrait présenter une taille plus grande, des détails anatomiques plus accentués et même une salive venimeuse plus ac-

tive. M. Mégnin (1) admet six variétés de l'espèce *Sarcoptes scabiei.*

| | |
|---|---|
| 1° *Sarcoptes suis*..... | Qui cause la gale sarcoptique du porc et du sanglier. — A près de trois fois les dimensions du Sarcopte de l'homme. |
| 2° *Sarcoptes lupi*..... | Un peu inférieur au précédent, comme dimension, vit sur les grands carnassiers, comme le lion, l'hyène, le loup. |
| 3° *Sarcoptes equi*..... | Appartient au cheval et aux autres équidés. |
| 4° *Sarcoptes cameli*... | A été rencontré sur le dromadaire, le lama et la girafe. |
| 5° *Sarcoptes capræ*... | Cause la gale sarcoptique de la chèvre, du mouton, du mouflon et de la gazelle. |
| 6° *Sarcoptes hominis*.. | Diffère peu de la précédente espèce et est presque aussi petite qu'elle. |

Le *Sarcoptes notoedres* offre trois variétés, de tailles très différentes, qui ont été rencontrées sur le rat, sur le coati, sur le chat et sur le lapin ;

Le *Sarcoptes nutans* n'a été rencontré que sur les gallinacées ;

Le *Psoroptes longirostris* a été rencontré sur quatre espèces animales différentes : le cheval, le mouton, le bœuf et le lapin. Comme les tentatives d'acclimatation de ce Psoroptes, de l'un à l'autre des animaux sur lesquels on l'a rencontré, n'a jamais réussi, on peut conclure qu'il forme quatre variétés : une variété *equi*, une variété *bovis*, une variété *ovis*, et une variété *cuniculotis*. Cette dernière variété habite exclusivement dans l'intérieur de la conque de l'oreille du lapin.

Comme nous le montrerons par quelques exemples, la gale de différents animaux peut se transmettre à l'homme ; il est donc important de se mettre à l'abri de cette contagion. La détermination du parasite servira surtout à éclairer les intéressés sur le danger qu'ils courent.

On sait que l'**Acarus scabiei** ou *Sarcoptes hominis* est la cause directe de l'affection cutanée, contagieuse, que l'on appelle gale. Pendant longtemps, on avait ignoré la nature

(1) *Des conditions de la contagion de la gale des animaux à l'homme.* Paris, 1876.

exclusivement parasitaire de cette affection, bien que dès 1619 et 1620, grâce à l'invention du microscope, des figures plus ou moins grossières du Sarcopte aient été dessinées par Hauptmann, Michael, Etmuller, Cestoni.

Cette notion était restée dans la science, mais les médecins n'avaient pas vu l'étroite relation qui existait entre l'Acare et la gale. En 1812, un pharmacien de l'hôpital Saint-Louis attira de nouveau l'attention sur le parasite de la gale ; il

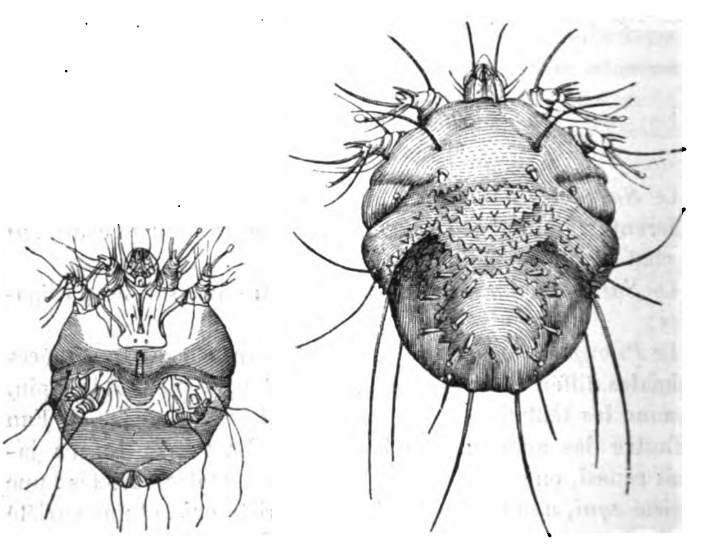


Fig. 442. — Acarus de la gale. Femelle vue en dessous.

Fig. 443. — La même femelle, vue par sa face dorsale, fortement grossie.

rencontra une vive opposition de la part de Raspail. En 1834, un étudiant, nommé Renuci, montra de nouveau, d'une façon incontestable, la présence d'un parasite dans les sillons. Depuis, de nombreux travaux ont mis cette découverte à l'abri de toute contestation. Le sillon est le signe le plus caractéristique de la gale, il sert d'habitation au Sarcopte, il est donc important de savoir le reconnaître ; nous empruntons sa description au travail de M. le D$^r$ Mailhetard (Paris, 1875). « Il se rencontre le plus souvent aux mains, dans les espaces interdigitaux, sur les faces latérales des doigts, sur les poignets, sur

la verge, le scrotum chez l'homme, et sur le mamelon chez la femme. Il représente une petite ligne ordinairement courbe et de dimensions variables, dimensions qui peuvent atteindre de 3 millimètres à 3 centimètres, rarement plus. C'est une traînée, indiquant que quelque chose a passé par là, et qui ressemble parfaitement à la lésion qui résulterait d'un trait irrégulier fait sur l'épiderme, avec la pointe d'une épingle. Sa couleur est variable, généralement noire chez les personnes malpropres, elle est grise chez celles qui ont l'habitude de se laver souvent les mains. La courbure décrite par le sillon ressemble le plus ordinairement à un *e* ou à une cédille ; mais, lorsqu'il est un peu long, il est sinueux et représente des lignes courtes, réunies entre elles, de façon à simuler plus ou moins grossièrement la lettre *S*; il est rarement droit. Le sillon présente deux extrémités, l'une plus large est ouverte, c'est la porte d'entrée de l'Acare, l'autre plus étroite est fermée et terminée par un point blanc, c'est à ce bout que se tient l'Acare... »

Le sillon trouvé, il reste une manœuvre délicate à accomplir, c'est de déloger l'Acare sans le tuer et sans altérer ses formes. On a proposé plusieurs méthodes pour y arriver ; voici les plus employées :

On déchire l'épiderme avec précaution à une petite distance de la papule, ou de la vésicule, sur le bord de laquelle on aperçoit l'éminence punctiforme, déterminée par la présence du parasite. Poussée avec précaution, l'aiguille passe sous l'Acare qui s'y cramponne et reste immobile. On peut alors l'examiner à un grossissement de 50 à 100 diamètres. On a proposé de sectionner la vésicule, mais d'après M. Mailhetard, cette méthode serait mauvaise, parce que le sillon ne communique pas avec la vésicule et n'a le plus souvent, avec elle, qu'un rapport de voisinage. « Il en est de même de la pustule. La vésicule et la pustule sont des lésions sous-épidermiques, tandis que le sillon est intra-épidermique ; ce qui explique pourquoi l'on voit le sillon ramper sur la vésicule ou la pustule. » Le D[r] Mailhetard conseille de raser le sillon avec la pointe d'une épingle depuis la porte d'entrée de celui-ci jusqu'à son extrémité. Le même sillon peut renfermer, outre

un Acare, plusieurs œufs, ainsi que des excréments, qui donneraient aux écailles épidermiques, soulevées pour former la galerie, leur couleur noire ou grise.

Dans le cas où la gale se complique d'eczéma, on conseille de faire bouillir les croûtes qui existent à la surface de la peau, dans une solution de soude caustique. On détruit ainsi les corpuscules de pus et les parcelles épidermiques, les Acares restent intacts. On réussira souvent à isoler les Acariens après avoir laissé tremper les croûtes pendant quelque temps, dans un mélange d'eau, d'acide acétique et d'alcool. (Robin, Duval et Lereboullet.)

Le Sarcopte est ovale. Sa longueur est égale à 3 ou 4 dixièmes de millimètre. Le Sarcopte mâle est moitié plus petit que celui de la femelle ovigère ; il a la forme d'une tortue, les bords latéraux sont dentelés ; le dos est recouvert de petits appendices coniques, ressemblant assez bien à des écailles munies de soies ; la peau est sillonnée de replis, de duplicatures diverses ; la tête a quatre paires de mâchoires toutes de même longueur. Les pattes sont au nombre de quatre paires ; elles sont grosses et courtes ; elles sont munies de ventouses ou du moins les deux paires antérieures et la dernière paire postérieure. Les mâles sont peu nombreux, ils sont vagabonds, dit M. Lailler, ils parcourent la surface du corps sans se fixer sur un point ; ils ne creusent pas de sillons dans l'épiderme : on ne les trouve que sous les croûtes ou dans les rainures de l'épiderme où ils se réfugient. Au contraire, la femelle ovigère est très commune. Elle a un corps ovalaire, quatre paires de pattes ; les pattes antérieures sont pourvues d'ambulacres à ventouses ; les pattes postérieures présentent des soies d'égale longueur. L'oviducte est en forme de fente transversale, légèrement arquée, située en arrière de l'apodème sternal. La femelle pubère est plus petite que la précédente ; les soies de ses pattes postérieures sont plus courtes, elle n'a pas d'oviductes. La nymphe est de même taille que le mâle : son corps ressemble à celui de la femelle pubère, mais il est plus petit, la deuxième paire de pattes postérieures est beaucoup plus petite que la première ; elle est terminée par une soie moitié plus courte et plus grêle.

La larve est de moitié plus petite que la précédente dont elle se distingue par l'absence de la deuxième paire de pattes postérieures, elle est donc hexapode. Quant à l'œuf, il est allongé, de la dimension de la larve dépourvue de la quatrième paire de pattes (Lallier). Chez tous les acariens, les femelles adultes ont une vulve spéciale pour la ponte, située sous le thorax et qui n'existe pas encore chez les jeunes femelles nubiles ; chez celle-ci l'accouplement se fait par l'anus qui est, à cette période seulement, une large ouverture vulvo-anale. (Mégnin.)

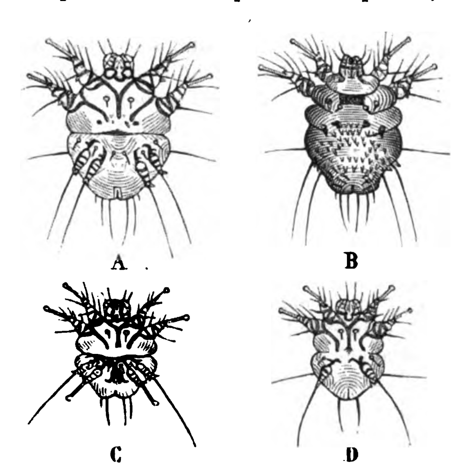


Fig. 444. — *Sarcoptes scabiei*, var. *equi*. — A. Femelle ovigère (face ventrale). — B. Femelle ovigère (face dorsale). — C. Mâle (face ventrale). — D. Larve (face ventrale) (Mégnin). (Ce sarcopte est plus grand que celui de l'homme, ces figures sont donc beaucoup moins grossies que les précédentes.)

**Dermatoses du cheval causées par des Acariens** (Mégnin, *loc. cit.*, p. 27 et suiv.). — Le cheval peut nourrir trois Acariens psoriques différents, déterminant chacun une forme de gale particulière. Ils appartiennent tous les trois à la famille des *Sarcoptidés*, et aux genres *Sarcoptes*, *Psoroptes* et *Chorioptes*.

**Sarcoptes scabiei** (Latreille), variété *equi*. — Ce Sarcopte a été découvert en 1846 sur le cheval par Eichtdæt en Allemagne, et par Delafond en 1856 en France, sur des chevaux destinés à la dissection. Jusqu'à ces derniers temps, ce Sarcopte avait été considéré comme identique à celui de l'homme, mais il en diffère par une plus grande taille et par certains détails anatomiques plus accentués, et surtout par des crochets aux membres et des épines dorsales plus aiguës et plus développées.

Voici, d'après M. Mégnin, les caractères de ce Sarcopte : « rostre peu

caché par l'épistome, dépassé par deux paires de soies; des palpes presque aussi longs que lui (fig. 444), joues étroites; céphalo-thorax à quatre segments, très distincts les uns des autres et de l'abdomen, sur les côtés et sur le dos; deux aiguillons ou spinules sur le bord de l'épistome; trois paires d'aiguillons gros et courts, en triangle sur les trois segments thoraciques; de nombreuses saillies cutanées coniques, aiguës, interrompant les stries du corps et existant jusque sur les côtés du corps et entre deux rangées de sept paires de spinules sur le notogastre; une paire de longues soies sur les côtés du corps et une sous le ventre au même niveau; près de l'anus, qui est rétro-dorsal, deux paires de longues soies dont les plus grandes sont en dedans; épimère céphalo-thoracique médian, descendant aussi bas que ceux de la deuxième paire; plastron chitineux, grenu, quadrangulaire sur le céphalothorax; crochet aigu à la face inférieure du deuxième article des pattes antérieures, à deux crochets aigus inégaux, dont le terminal très fort, à l'extrémité des tarses des mêmes pattes, presque égaux aux tarses postérieurs; soies et cirres des articles des pattes comme dans la figure.

*Femelle ovigère* (A et B). — Longue de $0^{mm},45$ à $0^{mm},50$, large de $0^{mm},30$ à $0^{mm},35$, grisâtre ou légèrement rosée; *oviducte* sur le milieu de la face inférieure du troisième anneau céphalo-thoracique, accompagné d'une paire de pièces chitineuses brunes, en forme de feuilles de trèfle et d'un double épimérite longitudinal médian; plastron céphalo-thoracique dorsal rectangulaire, transversal, sur le milieu du deuxième anneau, présentant à son bord antérieur la trace de deux stigmates contigus; les deux paires de pattes postérieures articulées sur des épimères libres, portant chacune, au lieu de ventouse, une longue soie tarsienne de même longueur et de même force dans chaque membre (fig. 444).

*Femelle pubère.* — Longue de $0^{mm},35$ à $0^{mm},40$, large de $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$, ne se distingue de la précédente que par l'absence d'oviducte et par une plus petite taille.

*Mâle* (C). — Longueur $0^{mm},25$ à $0^{mm},28$, large de $0^{mm},18$ à $0^{mm},20$, gris roussâtre; organe génital complexe, formé par une pièce médiane à deux branches, s'articulant toujours complètement avec les épimères des quatre pattes postérieures, réunies par paires de chaque côté; tarse de la quatrième paire de pattes pourvu d'une ventouse pédiculée au lieu d'une soie; saillies cutanées moins nombreuses; large plastron occupant les parties médianes et supérieures du deuxième et troisième anneau céphalo-thoracique, une paire de petits plastrons en forme de disques grenus, roussâtres sur le notogastre de chaque côté de la ligne médiane.

*Nymphe.* — Longue de $0^{mm},30$, large de $0^{mm},20$, en tout semblable à la jeune femelle pubère, dont elle ne se distingue, outre sa taille plus petite, que par la quatrième paire de pattes beaucoup plus petite et portant une soie plus grêle et plus courte de moitié, que celle de la troisième paire.

*Larve* (D). — Longue de $0^{mm},16$, à $0^{mm},10$ à $0^{mm},25$, large de $0^{mm},17$, se

distingue de la nymphe en ce qu'elle est hexapode par l'absence de la quatrième paire de pattes, et en ce qu'elle ne porte qu'une seule paire de soies anales représentées par la plus interne.

On rencontre ce parasite sur le cheval et sur quelques autres grands quadrupèdes, sur la peau desquels il habite, caché sous les couches épidermiques, à des profondeurs variables suivant l'âge ; ce sont les femelles ovigères et les femelles fécondées, qui se logent le plus profondément et probablement, au fond des terriers, ou des sillons, comme chez l'homme, sillons ou terriers, qu'il est impossible de voir, chez les animaux couverts de poils et à peau colorée en noir, par un pigment abondant. Les nymphes elles-mêmes vivent plus superficiellement, afin de pouvoir se rencontrer pour s'accoupler ; les larves aussi vivent à la superficie de la peau. Cette manière de vivre dans les couches épidermiques, dit M. Mégnin, explique pourquoi la récolte des Sarcoptes est si difficile ; il faut râcler jusqu'au sang, pour obtenir surtout les femelles adultes, qui sont les plus nombreuses ; les mâles sont relativement très rares. Si l'on se contente de recueillir seulement les croûtes qui se détachent facilement, on n'obtiendra jamais rien. La présence du parasite est absolument indispensable pour distinguer la dermatose parasitaire, de la dartre sèche, ou chronique du cheval.

**Psoroptes longirostris.** — Découvert en 1813 par Gohier, à Lyon. Synonymes : *Psoroptes equi* (P. Gervais), *Dermatodectes equi* (Gerlach), *Dermatodectes communis* (Bourg. et Delaf.), *Dermatocoptes communis* (Fustenberg)

*Description.* — Psoropte a rostre bien détaché et saillant, à soies des palpes courtes (fig. 445), céphalo-thorax à segments peu distincts, portant sur la face supérieure une plaque grenue jaunâtre, courte et étroite, occupant la partie médiane du premier segment. Cinq paires de poils dorsaux, dont une de plus grande dimension, insérée, sur une large papille non percée, placée près des angles postérieurs de la plaque grenue céphalo-thoracique. Deux paires de poils latéraux près des hanches des deuxième et troisième paires de pattes ; quatre paires de poils sous-thoraciques et ventraux, entre les épimères des pattes.

*Femelle ovigère* (B). — Longueur $0^{mm},60$ à $0^{mm},80$, sans les pattes ; largeur $0^{mm},30$ à $0^{mm},50$ ; couleur générale blanc nacré, avec les pièces du squelette de couleur rouille ; oviducte en forme de courte fente transversale, vers le troisième anneau thoracique, à lèvres fortement plissées ; la lèvre inférieure munie d'une paire d'épimérites en forme de deux branches de lyre renversées, la troisième paire de pattes terminée par deux longues soies, la quatrième par une ventouse pédiculée.

*Jeune femelle pubère* (première forme). — Longue de $0^{mm},40$, large de $0^{mm},25$ à $0^{mm},30$ ; fente vulvo-anale grande, longitudinale, sous-abdominale, à lèvres chitineuses, portant de chaque côté de la commissure postérieure de cette fente, mais sur la face dorsale, deux tubercules hé-

misphériques saillants, chitineux, servant à l'accouplement. Absence complète d'oviducte sous-thoracique. Pour le reste de la conformation et pour les pattes, ressemblance complète avec la femelle ovigère, sauf la ventouse de la quatrième paire de pattes qui est comme arrêtée dans son développement.

*Jeune femelle pubère* (deuxième forme). — Longue de $0^{mm},40$ à $0^{mm},50$, large de $0^{mm},30$ à $0^{mm},40$, ressemble tout à fait à la précédente, si ce n'est la quatrième paire de pattes qui est imparfaite et terminée par deux poils grêles, au milieu d'une ventouse pédiculée (D).

*Mâle* (A). — Longueur $0^{mm},50$, largeur $0^{mm},30$; gris roussâtre ; organe génital complexe entre les pattes postérieures, accompagné d'une paire de ventouses copulatrices, en forme de gobelets ; trois paires de pattes complètes, la quatrième est rudimentaire. Lobes abdominaux triangulaires, arrondis, portant chacun cinq poils simples, les trois de l'extrémité très grands et forts. Notogastre recouvert d'un large plastron trapézoïdal, en chitine grenue et rousse.

Fig. 415. — *Psoroptes longirostris*, var. *equi* (gross. de 50 D.). — A. Mâle (face inférieure). — B. Femelle ovigère (face inférieure). — C. Larve (face dorsale). — D. Jeune femelle pubère (2e forme), face inférieure, renversée la tête en bas et inclinée de manière à montrer la partie rétro-dorsale (Mégnin).

*Nymphe*. — Longue de $0^{mm},40$ à $0^{mm}50$, large de $0^{mm},30$ à $0^{mm}40$ ; ressemble tout à fait à la jeune femelle pubère, deuxième forme, sauf les tubercules copulateurs qui sont absents et la fente vulvo-anale moins grande.

*Larve hexapode* (C). — Longue de $0^{mm},20$ à $0^{mm},40$, large de $0^{mm},12$ à $0^{mm},25$, n'ayant qu'une paire de pattes postérieures, terminée par deux longs poils ; c'est la quatrième qui manque. Entre les tailles extrêmes que nous indiquons, M. Mégnin a constaté au moins trois tailles différentes intermédiaires, ce qui indiquerait au moins trois mues pendant cette période.

*Œuf*. — Long de $0^{mm},20$, large de $0^{mm},12$, couleur blanche, opaline.

On rencontre souvent des œufs à des degrés divers d'incubation, depuis celui où l'embryon est à peine indiqué par des bosselures, jusqu'à celui où il est tout formé et prêt à sortir.

*Habitat.* — Les psoroptes se rencontrent sur le cheval en sociétés nombreuses qui ne se déplacent qu'en rayonnant et en suivant une progression régulière ; c'est ce qui explique la forme et l'aspect particulier de la gale *psoroptique*, laquelle se présente par larges plaques d'impétigo, à grosses croûtes humides, toujours nettement séparées par des parties saines ; c'est au milieu des croûtes qu'habitent les psoroptes, aussi est-il facile, avec un peu d'attention, de les voir grouiller au milieu et à la simple vue. On peut même voir les psoroptes accouplés, le mâle traînant la femelle qui est comme inerte. Ils ne ponctionnent la peau qu'au fur et à mesure de leurs besoins et ne se cachent jamais sous l'épiderme ; aussi est-il très facile de se rendre compte de leur présence et d'en récolter. Ils sont assez volumineux pour que, à la simple loupe, l'observateur puisse les reconnaître spécifiquement.

**Chorioptes spathiferus.** — Chorioptes spathiferus. Syn. *Sarcoptes bovis* (Hering), *Symbiotes bovis* (Gerlach), *Sarco-dermatodectes communis* (Bourg et Delaf.).

*Diagnose.* — Choriopte à rostre à moitié caché par l'épistome, à soies des palpes très courtes ; céphalo-thorax à segments peu distincts, portant sur sa face postérieure et sur la ligne médiane une bande chitineuse, grenue, s'élargissant en arrière, et s'étendant jusque près de la ligne de démarcation du quatrième segment ; deux petites lignes de même substance à la naissance des pattes. Au sommet du triangle formé de chaque côté par le troisième anneau, large papille chitineuse circulaire, percée d'une ouverture en demi-lune, au pied du long poil qu'elle porte à son centre ; quatre autres poils dorsaux très petits ; une autre paire de poils sur les côtés du corps, à la naissance de la troisième paire de pattes, trois paires de petits poils sous le thorax, entre les épimères des pattes, et une paire de poils accompagnés de très fins stylets, de chaque côté de l'anus ; épimères des pattes antérieures libres.

*Femelle ovigère* (fig. 446, B). — Longue de quatre dixièmes de millimètre, large de deux à trois ; couleur générale blanc nacré, avec les pièces en chitine de couleur rousse ; vulve ou oviducte en forme de courte fente transversale, à lèvres fortement plissées, sous le troisième anneau céphalo-thoracique, chaque lèvre accompagnée de deux épimérites en chitine, formant par leur ensemble deux figures concentriques en forme de lyre renversée ; troisième paire de pattes terminée par deux longues soies ; quatrième paire par une ventouse énorme, à pédicule court, comme celle des pattes antérieures.

*Mâle* (fig. 446, A). — Long de $0^{mm},28$, large de $0^{mm},18$, gris roussâtre ; organe génital complexe, entre les pattes postérieures, accompagné d'une paire de ventouses copularticces, en forme de gobelets ; quatre

paires de pattes complètes, c'est-à-dire toutes munies de ventouses; les première, deuxième et troisième paires longues, la quatrième rudimentaire. Lobes abdominaux rectangulaires, portant à leur extrémité, outre un poil ordinaire gros et long, un faisceau de trois poils, collés à leur base, composé d'un poil ordinaire et de deux autres poils superposés, élargis en mince membrane et spathiformes. Notogastre recouvert par un large plastron trapézoïdal en chitine grenue.

*Jeune femelle pubère* (fig. 446, D). — Longue de 0mm,27, large de 0mm,16. Absence complète de vulve sous-thoracique. Anus très grand, à fente longitudinale, sous-abdominale, bordé de bandes de chitine, ce qui n'existe pas aux autres âges, ni à l'autre sexe. De chaque côté de l'anus, mais sur la face dorsale, deux tubercules hémisphériques saillants, servant à l'accouplement. Les quatre pattes postérieures sont *toutes* incomplètes et terminées chacune par deux soies.

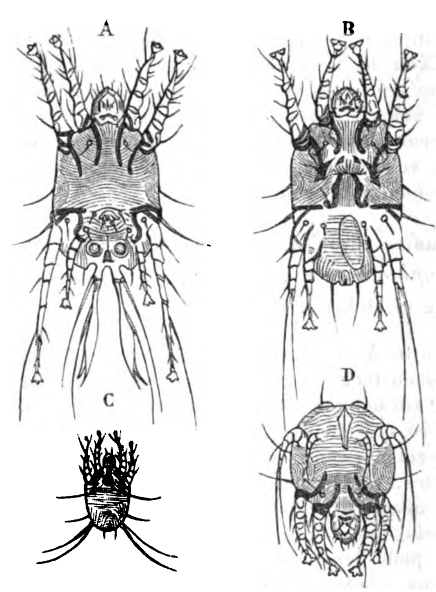



Fig. 446. — *Chorioptes spathiferus* (gross. de 50 D.). — A. Mâle. — B. Femelle ovigère (face ventrale). C. Larve (face dorsale). — D. Jeune femelle pubère (face ventrale inclinée, tête en bas, montrant l'extrémité rétro-dorsale).

*Nymphe.* — Octopode, semblable à la jeune femelle pubère, dont elle ne diffère que par l'absence de tubercules copulateurs et par une plus petite taille.

*Larve* (fig. 446, C). — Hexapode, longue de 0mm,20 environ, ayant comme celle des Psoroptes l'unique paire de pattes postérieures terminée par deux soies simples et inégales.

*Œuf.* — Long de 0mm,15, large de 0mm,9; ovoïde, gris perle, présentant souvent un embryon plus ou moins développé.

*Habitat.* — Ce parasite ne se cache pas sous l'épiderme, mais au milieu des croûtes dont il provoque l'apparition par ses morsures. Des trois acariens que nous venons de décrire, c'est le moins dangereux.

M. Mégnin signale, dans l'ouvrage auquel nous empruntons tout ce qui a trait aux dermatoses du cheval, des causes d'erreur qui peuvent se présenter, dans l'examen des croûtes d'un cheval galeux. Dans tous

les détritus épidermiques de la peau du cheval, dit cet auteur, aussi bien en bonne santé que malade, on trouve des cadavres d'Acariens, provenant des fourrages; ce sont des Glyciphages (fig. 447, B), des Tyroglyphes, des Cheylètes, des Gamases, etc.; on pourrait les prendre pour des restes d'Acariens psoriques et conclure à tort, sur cette base, à l'existence de la gale; les trouverait-on vivants, ce qui est très rare, qu'il en serait de même, attendu qu'ils sont parfaitement inoffensifs. Les nymphes hypopiales des Tyroglyphes (fig. 447, C) que l'on rencontre vivantes et quelquefois en très grand nombre sur les animaux, peuvent être prises avec plus d'apparence encore pour des Acariens psoriques (*loc. cit.*, p. 41).

**Fausses gales acariennes** (Mégnin, *loc. cit.*, p. 55).

I. **Gale dermanyssique.** — Les Dermanysses (fig. 447, A)

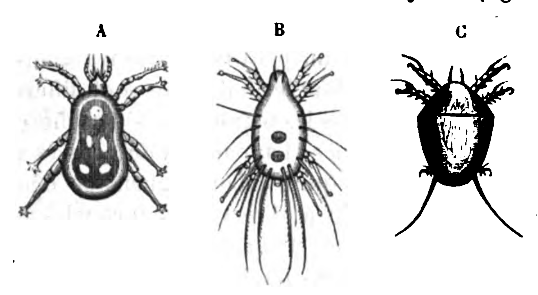



Fig. 447. — A. *Dermanysse*, $\frac{30}{1}$. — B. *Glyciphagus cursor*, $\frac{25}{1}$. — C. *Hypope*, $\frac{50}{1}$
(Les *Hypopes* sont des larves adventives des Tyroglyphes.)

ressemblent beaucoup aux Gamases, à la famille desquels ils appartiennent; ils en diffèrent par des téguments plus mous, plus transparents. Ils habitent en colonies nombreuses les poulaillers, les pigeonniers et les nids d'oiseaux; les perchoirs creux des oiseaux en sont quelquefois remplis; ils y restent tapis pendant le jour, mais la nuit ils circulent avec une agilité extrême, se répandent au loin et vont sucer le sang des oiseaux endormis, ou des animaux qui se trouvent à leur portée; rentrés le matin dans leurs cachettes, on les trouve, surtout les grandes femelles fécondées, gonflés d'un liquide rouge, qui n'est autre que le sang dont ils se sont repus pendant la nuit. Malgré leur petitesse (1/2 mill. de long), mais en raison de leur nombre, ils finissent par épuiser leurs victimes, surtout quand elles sont petites et faibles. Les piqûres de Der-

manysses ne sont pas venimeuses, elles guérissent spontanément, sans être suivies de symptômes inflammatoires.

Quand ils sont très nombreux dans un poulailler, ils se répandent souvent, soit sur les personnes qui passent, soit sur les grands animaux, et surtout sur les chevaux, quand l'écurie est voisine du poulailler.

II. **Ixode pénétrant** (Mégnin). — Les grands Ixodes, qui ont 4 à 5 millimètres à peine, n'attaquent guère que les chiens et quelquefois les chasseurs. Ils introduisent seulement leur rostre, à dents rétrogrades, dans les téguments, et tout leur corps reste en dehors, où il apparaît quelquefois gonflé, livide et de la grosseur d'une olive, ou tout au moins d'une graine de ricin.

M. Mégnin a découvert un petit Ixode qui n'a guère que 1 à 2 millimètres de long et dont les habitudes sont différentes (1). Il se loge entièrement sous les téguments, s'y cache et provoque bientôt, par sa présence, l'apparition de grosses pustules, de vrais petits furoncles qui s'accompagnent de démangeaisons très vives. M. Mégnin a observé des furoncles ixodiques sur des chiens, des lièvres et sur le cheval. C'est l'Ixode pénétrant ; ce parasite vit dans les herbes des forêts sablonneuses et c'est là qu'il s'attache aux animaux qui passent à sa portée.

**Parasite accidentel de l'homme.** — M. Robin a signalé, en 1867, un acarien qui s'était multiplié en quantité innombrable, dans des tas de blé nouvellement égrené, et qui avait déterminé un prurit d'une assez longue durée chez des individus qui maniaient le grain, ou vivaient dans le voisinage de ces amas. M. Robin a reconnu une nymphe, ressemblant aux nymphes des Oribates. Les Oribates se distinguent des Sarcoptes par la dureté de leur enveloppe extérieure (bouclier et cuirasse) et leurs palpes à cinq articles velus et par leurs trachées. (V. pour la fig., Robin, *Traité du Microscope*, p. 701.)

**Transmission de la gale des animaux à l'homme. Contagion d'un animal à un autre.** — Il y a dans la science d'assez

(1) M. Mégnin a reconnu plus tard que c'était une nymphe de l'Ixode reduve.

nombreux exemples de contagion de la gale du cheval à l'homme. M. Mégnin en rapporte un assez grand nombre. Nous ne mentionnerons pas ces différents exemples, il nous suffit d'en établir l'existence. Non seulement la gale du cheval peut se transmettre à l'homme, mais elle peut encore être communiquée à d'autres animaux. C'est ainsi que Grognier a publié, en 1827, l'observation d'un cheval qui avait donné la gale à deux vaches placées près de lui dans une étable, ainsi qu'à plusieurs personnes qui l'avaient pansé.

La gale du chat peut se transmettre a l'homme, ainsi qu'aux animaux. Hertwig rapporte le fait d'une gale générale, communiquée à une servante qui faisait coucher un chat galeux dans son lit. Dans la même année (1838) un autre auteur alle-



Fig. 418. — Sarcopte notoèdre du chat.

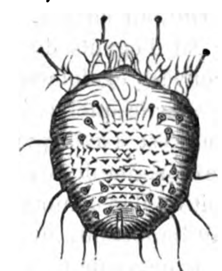


Fig. 419. — *Sarcoptes scabiei* variété du chien.

mand racontait le fait d'une jeune fille, qui avait contracté une éruption à la poitrine, pour y avoir fait reposer un chat galeux. Rademacher a vu la gale du chat se transmettre à une vache, sur laquelle un chat galeux avait l'habitude de se coucher, puis à une servante qui soignait la vache, et enfin à toute la famille du propriétaire de l'animal (Mégnin, *loc. cit.*, p. 11).

M. Gervais a observé, en 1843, qu'un dromadaire galeux, du Jardin des plantes de Paris, avait communiqué la gale aux gardiens de la ménagerie. Cette gale présente un caractère d'acuité tout particulier.

La gale de la chèvre peut être communiquée aux chevaux.

Le *Sarcoptes scabiei*, variété *lupi*, s'étant propagé dans une ménagerie, sur des lions, des hyènes et un ours, les employés de la ménagerie contractèrent la gale.

Le *Sarcoptes scabiei*, variété *suis*, qui caractérise la gale du porc et du sanglier, peut se transmettre à l'homme, d'après Delafond. M. Mégnin cite plusieurs autres auteurs qui ont fait des observations analogues.

La gale de la poule, produite par le *Sarcoptes nutans* (Ch. Robin), peut se transmettre au cheval, à l'âne, au mulet, aux grands et aux petits ruminants.

En 1863, MM. Delafond et Bourguignon communiquèrent à la Société de biologie un cas de transmission de la gale du chien à l'homme.

Dans beaucoup de cas, la preuve de la contagion de la gale des animaux à l'homme a été faite expérimentalement. M. Mégnin a pu communiquer la gale du chat, *Sarcoptes notoedres*, variété *cati*, au cheval. Le Sarcopte notoèdre a été retrouvé chez le rat d'égouts de Paris (*Mus decumanus* de Pallas); on l'a découvert également chez le lapin. Suivant les espèces animales sur lesquelles il vit, le Sarcopte varie de dimensions. M. Mégnin est d'avis que c'est le rat qui est, pour ainsi dire, la patrie d'origine de ce sarcopte, soit qu'il devienne la proie du chat, soit qu'il le communique au lapin, avec lequel il cohabite.

Il était important, au point de vue de la contagion, de savoir quel est le degré de résistance des Sarcoptes, quand ils sont en dehors de leur habitat. M. Mégnin dit qu'au milieu des croûtes et à une température convenable, se rapprochant de celle du corps, il a pu conserver des Sarcoptes plus de vingt-quatre à soixante-douze heures, tandis qu'il a vu vivre, dans les mêmes conditions, des Psoroptes une quinzaine de jours, et les Chorioptes un mois et plus; les œufs de Sarcoptes, au contraire, ont éclos encore au bout de trois mois de conservation dans un lieu sec et ils s'y conservent probablement encore davantage, avec toute leur vitalité ; c'est ainsi qu'un auteur allemand aurait vu la gale sarcoptique se développer sur un cheval, à la suite de l'usage d'une couverture mise au rebut pendant quatre ans, après avoir servi à des chevaux galeux (Mégnin, *loc. cit.*, p. 22).

Les conclusions de M. Mégnin serviront à l'étude précédente :

« 1° Les acariens psoriques du genre *Chorioptes*, qui sont par-

ticuliers aux jeunes animaux domestiques et à quelques espèces sauvages, émigrent difficilement des régions qu'ils occupent, ne s'acclimatent pas sur les animaux âgés de la même espèce, non plus que sur des animaux d'espèces différentes, ni sur l'homme, c'est-à-dire que la gale chorioptique ne se transmet pas des jeunes animaux aux animaux âgés, ou d'espèces différentes, ni à l'homme.

« 2° Les acariens psoriques du genre *Psoroptes* s'acclimatent facilement et rapidement sur des animaux de la même espèce, quel que soit leur âge, mais ne s'acclimatent pas sur des animaux d'espèces différentes, ni sur l'homme, c'est-à-dire que la gale psoroptique des animaux n'est contagieuse ni aux animaux d'espèces différentes de celle dont elle provient, ni à l'homme.

« 3° Les acariens psoriques du genre *Sarcoptes* s'acclimatent avec une grande facilité sur des animaux de la même espèce, quel que soit leur âge ; quelques variétés des espèces de ce genre s'acclimatent avec autant de rapidité sur des animaux d'espèces différentes, en prenant à la longue les caractères des variétés propres à ces dernières : tel est le *Sarcoptes scabiei*, variété *lupi* qui s'acclimate facilement sur le cheval et sur l'homme; telle est la variété *ovis* de la même espèce qui s'acclimate facilement sur le mouton, le mouflon et les autres ruminants, et peut-être aussi sur l'homme ; tel est enfin le *Sarcoptes notoedres* du rat qui s'acclimate sur le chat, le coati, le lapin et le cheval.

« 4° Enfin, il n'est qu'un moyen certain de reconnaître, sur l'homme ou l'animal galeux, si l'affection qu'ils portent est bien celle qui est propre à leur espèce, ou si elle leur a été transmise par une espèce différente : c'est la détermination exacte des caractères zoologiques, spécifiques et de variétés de l'acarien psorique qu'ils nourrissent. »

Parmi les acariens qui vivent sur l'homme et sur les animaux, nous devons citer le Demodex (*Demodex folliculаris* (Owen), *Simonea folliculorum* (P. Gervais), *Acarus folliculorum* (Henle, puis Simon). Ce parasite ne semble pas déterminer de troubles pathologiques, bien qu'il vive dans les glandes sébacées de la peau. Pour le recueillir, il suffit de presser les ailes

du nez, dont l'appareil glandulaire est ordinairement très riche, ou de les racler avec une spatule. On examine au microscope le produit obtenu, à l'aide d'un peu de glycérine; un grossissement de 300 à 400 diamètres suffit.

Voici, d'après Duval et Lereboullet, la description de ce parasite. Il a de 85 μ à 125 μ de longueur et environ 25 μ de largeur; la tête est pourvue de deux palpes latéraux et bifides et d'un proboscide long et tuberculeux, sur lequel on trouve un organe triangulaire, composé de deux pointes, ou défenses fines. La tête tient immédiatement au thorax, qui compose environ le quart de la longueur de tout l'animal.

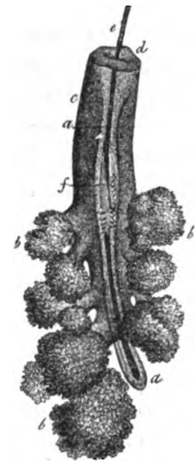



Fig. 459. — Premier degré de l'hypertrophie d'une glande sébacée (Comédon). — *aa*. Poil et bulbe pileux. — *b*. Cellules hypertrophiées de la glande sébacée. — *c*. Canal commum au follicule pileux et à la glande sébacée, distendu par l'épithélium qui fait saillie en *d*. — *i*. Poil qui traverse cet amas d'épithélium. — *f*. *Demodex folliculorum*. (Follin.)

De chaque côté du thorax, il y a quatre pattes très courtes, coniques, consistant en trois segments et portant trois griffes étroites, à leurs extrémités libres. De la base de chaque patte, une arête s'étend transversalement à travers le thorax, et ces bandes transversales sont reliées les unes aux autres par une crête longitudinale, placée sur la ligne médiane. L'abdomen est environ trois fois aussi long que la poitrine. Les téguments présentent un grand nombre de constrictions, qui ont l'air de lignes transverses placées en juxtaposition et donnent à ses rebords latéraux l'aspect d'une lime. Une autre variété de cet animal est caractérisée par la brièvité de l'abdomen qui peut ne pas être plus long que le thorax et qui, de toute façon, ne dépasse pas cette région de plus d'une demi-longueur. Dans une troisième variété, les pattes sont au nombre de trois seulement et l'abdomen est complètement lisse; enfin une quatrième variété présente une forme cordée. Peut-être ces diverses apparences correspondent-elles à divers degrés du développement du parasite.

Nous ne pouvons quitter ce sujet sans parler également du Demodex du chien, bien que l'affection qu'il cause chez celui-ci ne paraisse pas jusqu'à présent être transmissible à l'homme. Chez le chien le Demodex produit la gale folliculaire. C'est une maladie très grave et très fréquente. Après la rage, dit M. Mégnin, dans l'ordre d'importance, c'est certainement la plus redoutable.

Voici, d'après M. Mégnin, les caractères du *Demodex folliculorum* du chien. La femelle adulte a 27 centièmes de millimètre ; le mâle en a 25. Ce parasite donne naissance à de petites larves sans pattes sous forme de petites soles (fig. 451, B) qui grandissent, acquièrent trois paires de petits tubercules de reptation (C), qui tiennent lieu de pattes, et finissent, après avoir grandi encore et mué une dernière fois, par prendre la forme adulte. Le mouton et le chien ont également un Demodex ; l'espèce qui vit sur le chien est la plus dangereuse.

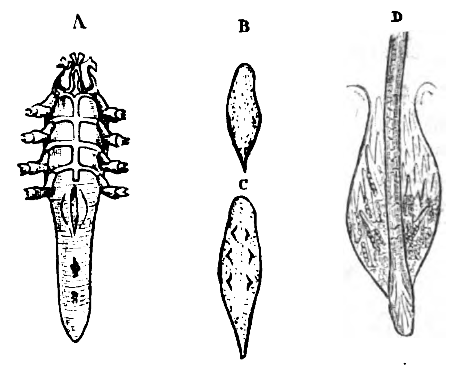



Fig. 451. — *Demodex folliculorum* (du chien). — A. Femelle adulte. — B. Larve sous forme de petite sole. — C. Larve ayant acquis trois paires de tubercules de reptation qui tiennent lieu de pattes. — D. Demodex occupant le follicule dilaté d'un poil.

Nous n'insisterons pas davantage et nous renvoyons le lecteur, pour tout ce qui a trait aux affections parasitaires du chien, au livre si remarquable de M. Mégnin (1).

*Des acariens qui vivent dans la poudre de cantharides* (Laboulbène, Fumouze et Robin). — Dans les vieux fourrages, dans un certain nombre de poudres pharmaceutiques, on rencontre des acariens. Nous n'avons à nous occuper ici que des espèces qui peuvent intéresser le médecin et le pharmacien. M. Fumouze a porté son attention sur les espèces qui vivent dans les Cantharides, mais il serait intéressant d'étudier les acariens qui vivent au

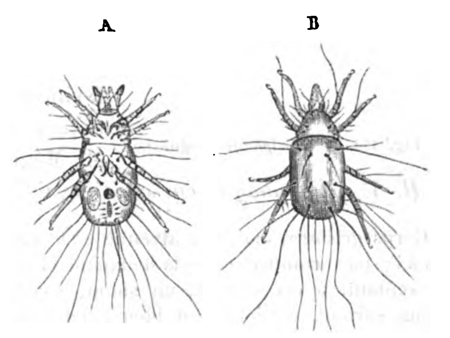



Fig. 452. — A. *Tyroglyphus longior* (face inférieure).— B. Le même (face dorsale).

(1) *Le Chien, histoire, hygiène, médecine.* P. Mégnin, Paris, chez Deyrolle.

milieu des poudres pharmaceutiques. Parmi les acariens déterminés par M. Fumouze, les uns appartiennent au genre *Tyroglyphe,* les autres au genre *Glyciphage* et au genre *Cheyletus.*

*A.* 1° Le *Tyroglyphus longior* (Gervais) possède les caractères suivants (fig. 452, A) :

Corps arrondi sur les flancs et en arrière, rétréci au devant du sillon circulaire, d'un gris blanchâtre ; lisse et présentant des taches brillantes; pattes à tarse long, effilé, le rostre et les pattes sont très peu colorés, les poils sont plus longs que le corps. Le mâle, toujours plus petit que la femelle, présente deux ventouses aux pattes de la quatrième paire.

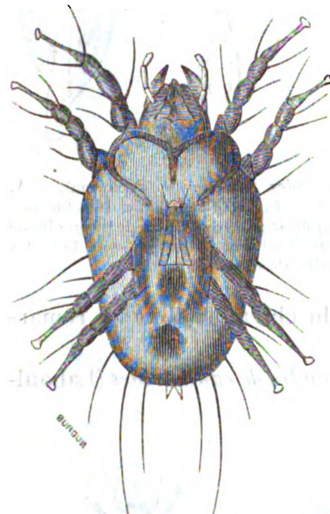


Fig. 453. — *Glyciphage* (Mégnin).

Ces petits animaux, d'après M. Fumouze, vivraient en société, et auraient une résistance vitale très énergique.

2° Le *Tyroglyphus siculus* (Ch. Robin et A. Fumouze (fig. 452, B).

Ce Tyroglyphe a reçu ce nom parce qu'il a été trouvé dans la Cantharide de Sicile (V. Fumouze, *Sur la Cantharide officinale*, p. 41).

Nous devons signaler le *T. farinæ* qui a été signalé dans la farine de blé par différents auteurs, et en particulier par M. Mégnin.

*B.* 1° *Glyciphagus cursor* (Gervais) (fig. 453). Caractères :

Corps grisâtre, mat, très atténué en avant, allant en s'élargissant jusqu'à l'espace compris entre la deuxième et la troisième paire de pattes et présentant, à cet endroit, un sillon circulaire très prononcé, sur les flancs surtout, et détachant bien l'abdomen du céphalo-thorax ; abdomen assez gros et long, un peu resserré, arrondi, mousse en arrière, appendice médian assez long, d'aspect tubuleux, nettement tronqué, nul chez le mâle. Rostre incliné légèrement, un peu coloré, d'une teinte pelure d'oignon. Pattes semblables dans les deux sexes, effilées, grêles, très longues, les tarses surtout, mesurant chacune en longueur plus que la largeur du corps ; tarses lisses, offrant quelques poils piquants, assez rigides, hérissés ; les postérieurs ne dépassant pas, mais pouvant at-

teindre la longueur du corps. — Chez le mâle, l'organe sexuel est placé au milieu du premier article de la troisième paire de pattes, qu'il dépasse un peu en avant. Chez la femelle, la vulve est située entre la troisième et la quatrième paire de pattes.

Œuf régulièrement ovoïde, long de $0^{mm},10$ à $0^{mm},13$, large de $0^{mm},6$ à $0^{mm},8$.

Cette espèce a été rencontrée dans un échantillon de cantharides de France.

2° *Glyciphagus spinipes.*

Cette espèce a été trouvée dans différents échantillons de cantharides de France (Voir Fumouze, p. 50).

*C. Genre Cheyletus.* — M. Fumouze a étudié plusieurs individus appartenant à ce genre, mais il ne les a pas déterminés. M. Mégnin, auquel nous devons de si beaux travaux sur les Acariens, a publié dernièrement un Mémoire fort curieux sur les *Cheylétides parasites*, dont nous allons donner quelques courts extraits. M. Fumouze, dans la monographie que nous avons citée, avait bien remarqué que les Cheylides avaient des mœurs tout à fait spéciales, et qu'ils ne se faisaient pas faute de saisir leurs ennemis à l'aide de leur palpe maxillaire, mais il n'avait tiré de cette observation aucune déduction. Rappelant à grands traits la division des parasites créée par Van Beneden, M. Mégnin montre qu'il y a encore place pour une quatrième classe. Van Beneden divise en effet les parasites en trois classes; il nomme *commensaux* ceux qui s'attachent à un animal, non pas pour vivre à ses dépens, mais pour profiter des restes de sa table; il appelle *mutualistes* ceux qui, vivant exclusivement des excrétions naturelles des animaux, jouent sur leur peau, ou sur leurs muqueuses, le même rôle que les chiens de Constantinople jouent dans les rues de cette ville, c'est-à-dire qu'ils exécutent un véritable travail de voirie; enfin, l'auteur fait une troisième classe avec les parasites proprement dits, c'est-à-dire avec ceux qui ont besoin, pour vivre, des humeurs qui entretiennent la propre vie de leur hôte. M. Mégnin propose de les diviser en deux sous-classes : les parasites inoffensifs et les parasites dangereux. Les acariens ont des représentants dans chacune de ces classes. M. Mégnin a créé une quatrième division pour des parasites qu'il a ap-

pelés *parasites auxiliaires*. Étudiant un jour des *Listrophores* (acarien mutualiste qui foisonne dans les poils du lapin, en compagnie d'*Ixodes*, de *Gamases*, etc.) qu'il avait placés dans une cage de verre, M. Mégnin fut surpris de voir que deux Cheylètes qu'il y avait introduits involontairement tuaient les Listrophores, qu'ils poignardaient avec leurs petites mandibules en stylets aigus, après les avoir saisis avec leurs terribles palpes. Ils tuaient leurs victimes pour les sucer, exactement comme font les araignées des mouches, avec cette différence que les Cheylètes sont à peu près du même volume que leur proie, qu'ils ne leur tendent pas de piège et qu'ils les chassent littéralement à courre, au fond des poils du lapin, comme sous le couvert d'une épaisse forêt (Mégnin).

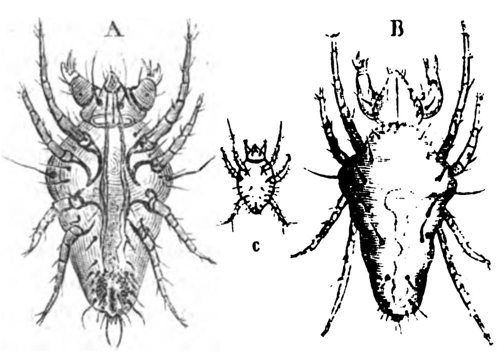



Fig. 454. — *Cheyletus eruditus*. — A. Vu par sa face ventrale. — B. Vu par sa face dorsale. — C. Larve hexapode du *Cheyletus*, vue par sa face ventrale.

On voit donc que le Cheylète est pour le lapin un véritable *parasite auxiliaire*, c'est-à-dire utile, puisqu'il le débarrasse des vrais parasites nuisibles. M. Mégnin a observé le même fait chez des oiseaux.

Jusqu'à ce jour, le *Cheyletus eruditus* avait constitué à lui seul le genre *Cheyletus*, mais M. Mégnin en a découvert d'autres espèces. Le *Cheyletus eruditus* a été ainsi nommé parce qu'on le trouve habituellement dans les vieux livres, les vieux linges, la vieille charpie, les vieilles étoupes, les fourrages altérés et moisis, la poussière des greniers. C'est très probablement cet acarien que M. Le Roy de Méricourt avait trouvé dans le pus qui s'écoulait de l'oreille d'un marin, et auquel M. Laboulbène avait donné tout d'abord le nom de *Tyroglyphus Mericourti*. M. Mégnin pense qu'il y avait été introduit

avec de la charpie. Jusqu'ici, l'histoire complète de cet acarien n'a pas été faite; MM. Fumouze et Robin, qui en ont fait une très bonne étude, n'ont vu que la forme octopode asexuée ou la nymphe et la larve hexapode.

M. Mégnin a fréquemment rencontré le *Cheyletus eruditus*, accompagné d'une nouvelle espèce à laquelle il a donné le

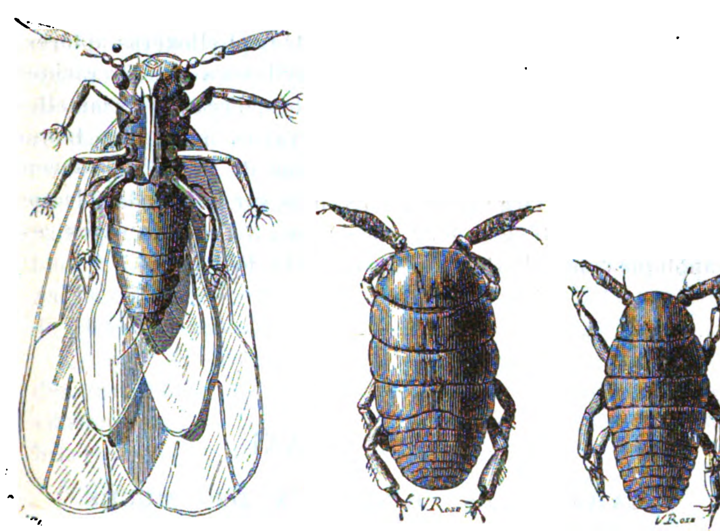


Fig. 455. — *Phylloxera vastatrix* ailé, vu par la face ventrale.

Fig. 456. — *Phylloxera vastatrix* aptère, femelle.

Fig. 457. — *Phylloxera vastatrix* aptère, femelle.

nom de *Cheyletus longipes*. Parmi les Cheylètes décrits par M. Mégnin, nous signalerons les suivants :

1° *Chyletus parasitivorax*... } (Mégnin.)
— *heteropalpus*....
— *macronycus*.....

2° Dans le genre *Harpirhyncus* :

*Harpirhyncus nidulans*........ (Mégnin.)

(Pour plus de détails, lire le mémoire de M. Mégnin.)

Du *Phylloxera vastatrix*. — Cet insecte a pris une telle importance dans ces dernières années à cause des ravages qu'il produit, et des dangers qu'il fait courir à la prospérité com-

merciale d'une grande partie de notre pays, que nous avons cru devoir en donner la figure pour ceux de nos lecteurs qui habitent des pays vinicoles.

La reproduction se fait chez cet insecte avec une effrayante rapidité par des femelles aptères, sans qu'il soit besoin de fécondation. Plus tard se développent des individus ailés qui s'accouplent et vont, portés par les vents, pondre au loin des œufs qui donneront naissance à d'autres phylloxeras aptères.

Pour rechercher la présence du phylloxera sur des racines de vigne, il suffit, sur des racines fraîches, d'écarter les lamelles d'écorce et, en examinant les crevasses avec une bonne loupe, on y découvre des phylloxeras de tout âge, souvent entourés d'une large zone d'œufs, fixés sur le bois dans lequel ils ont implanté leur long suçoir qui, à l'état de repos, est appliqué contre le sternum de l'insecte (Pelletan).

---

# CHAPITRE XXI

## CARACTÈRES PRINCIPAUX DES MUCUS

**Du mucus considéré en général.** — On donne le nom collectif de *mucus*, dit M. Robin, à toutes les sécrétions qui proviennent du tissu mince des membranes muqueuses et des glandes ouvertes à leur surface, *tant que le produit de ces dernières n'a pas de caractères spéciaux qui lui méritent un nom particulier*.

Ce qui différencie les glandes des muqueuses, c'est que la sécrétion des glandes est presque toujours intermittente, tandis que les surfaces muqueuses sécrètent constamment. C'est pourquoi, dans un certain nombre de cas, on peut obtenir le mucus sans la sécrétion glandulaire à laquelle il est ordinairement mélangé. Le mucus est aux surfaces muqueuses ce que la desquamation furfuracée de l'épiderme est à la surface cutanée. Bien plus, quand la couche cornée de l'épiderme n'existe pas, la peau devient identique à une muqueuse et elle donne naissance à un véritable mucus. C'est ainsi que la peau des poissons fournit rapi-

dement, sans glandes spéciales, une quantité considérable de mucus sur toute sa surface; c'est ainsi que la peau humaine se comporte elle-même, lorsque l'épiderme, ayant été détruit ou notablement altéré, elle donne naissance à ce liquide muqueux qui suinte si abondamment dans les affections cutanées (*loc. cit.*, p. 197 et suiv.).

*Caractères principaux des mucus.* — Ils sont généralement visqueux, épais, et ont une consistance filante; leur teinte est tantôt grisâtre et demi-transparente. Ils renferment un principe variant suivant leur origine, auquel on a donné le nom de *mucosine*. Ce principe est coagulé par l'action de certains réactifs. Les mucus tiennent en outre en suspension des cellules épithéliales, provenant des muqueuses qui les ont sécrétées. Sous l'influence de la moindre irritation, on voit apparaître, dans les mucus, des globules blancs (mucus nasal, buccal, vésical); ils ne diffèrent pas des globules blancs ordinaires et ne méritent pas le nom spécial qu'on leur a donné, de *globules muqueux*.

Les mucus peuvent renfermer des corps étrangers, tels que des granulations graisseuses, des algues, des infusoires, des vibrions. Dans le tube digestif, ils peuvent renfermer des débris de matières alimentaires (Robin, *Traité des humeurs*).

*Caractères de la mucosine.* — Quand on examine au microscope de la mucosine, ou mucine de certains auteurs, on voit qu'elle présente des stries parallèles, onduleuses, non entrecroisées, à moins qu'il n'y ait eu superposition. Sous l'influence de l'acide acétique, qui coagule la mucosine, cette striation devient très nette. Toutefois, il est utile de noter que, lorsque la mucosine s'est gonflée au contact d'un liquide, l'urine, par exemple, ces stries sont plus difficiles à apercevoir; quelquefois la mucosine se présente à demi concrète, sous l'influence de certains troubles; ce cas se présente fréquemment pour le mucus intestinal, surtout chez les personnes ordinairement constipées; on l'a noté également dans la vessie. Le mucus concret peut alors revêtir certaines formes qui pourraient le faire confondre avec des parasites.

Les mucus renfermant un certain nombre de sels, il n'est pas rare que ceux-ci se déposent et forment, avec le mucus, de petits grumeaux de structure amorphe, ou renfermant

quelques cristaux. C'est ainsi que le mucus nasal renferme quelquefois des *rhinolithes;* le mucus des voies lacrymales peut donner naissance à des *dacryolithes*. Ces petits calculs sont généralement de nature calcaire et ont une gangue formée de mucosine.

**Mucus nasal.** — Très variable dans sa consistance et dans sa couleur, le mucus nasal est tantôt fluide, filant; tantôt il se présente sous forme de grumeaux demi-solides, conservant dans ces divers états un certain degré de viscosité, quelquefois même un certain degré de ténacité et de résistance à la dilacération. Quand il coule très fluide, il devient absolument transparent, même quand il augmente de consistance, sa couleur varie du gris jaunâtre au jaune verdâtre. Quand le mucus nasal présente cette dernière coloration, il le doit à la présence d'un grand nombre de leucocytes. Il n'en contient pas à l'état normal, ou du moins un nombre excessivement faible, il ne devient muco-pus que dans les cas d'inflammation de la muqueuse pituitaire. Outre les leucocytes, on rencontre encore des cellules épithéliales prismatiques, en plus ou moins grande quantité; des cellules épithéliales à cils vibratiles peuvent également être rencontrées dans le mucus nasal; elles sont généralement gonflées dans leur partie centrale; elles proviennent de la muqueuse des fosses nasales, ou membrane de Schneider. On distingue en outre un grand nombre de granulations moléculaires dont l'origine, dit M. Robin, n'a pas été nettement déterminée; sous l'influence de l'acide acétique, le mucus nasal prend un aspect nettement strié.

2.

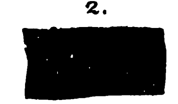


Fig. 458. — Epithélium vibratile de la muqueuse de Schneider (Kölliker).

Les taches produites par le mucus nasal varient de couleur suivant que celui-ci est à l'état physiologique ou pathologique; le linge peut prendre les colorations diverses que nous avons signalées plus haut. Les taches produites par le mucus nasal donnent une certaine raideur au linge. Voici, d'après M. Gosse, la marche à suivre pour étudier les taches produites par le mucus nasal. Quand le mucus nasal peut se détacher en écailles, on met une de ces écailles sur une lame de verre avec un peu d'eau distillée. Ces fragments se gonflent au bout d'un

temps variable, quinze ou trente minutes, et donnent de petites boules de mucus, épaisses, blanchâtres et transparentes. L'acide acétique donnera au mucus un aspect strié plus ou moins net ; on y découvrira également des granulations moléculaires, des cellules d'épithélium cylindrique à cils vibratiles et d'épithélium nucléaire. Il ne faut pas perdre de vue que l'on pourra rencontrer, dans les taches produites par du mucus nasal, des leucocytes, des poussières, des grains de tabac ainsi que des éléments anatomiques empruntés à un peu de mucus bronchique. On peut également constater la présence de poils provenant de l'orifice des fosses nasales.

Dans le cas où il n'aurait pas été possible d'enlever des écailles de mucus nasal, on revivifiera les taches en les faisant tremper pendant un temps variable dans de l'eau distillée.



Fig. 459. — Éléments cellulaires d'un liquide de coryza aigu. — A. Cellules cylindriques ou prismatiques de la muqueuse de Schneider détachées, ayant leurs cils vibratiles.— B. Cellules déformées encore pourvues de cils. — C. Cellules ayant des noyaux. — D. Globules de pus. — E. Les mêmes, traités par l'acide acétique. — F. Globules rouges de sang. (D'après Laboulbène, *Anat. path.*)

**Mucus lacrymal ou conjonctival.** — Ce mucus est mixte puisqu'il contient à la fois le produit de sécrétion de la muqueuse conjonctivale et le produit sécrété par les glandes lacrymales. Le liquide recueilli à la surface de la conjonctive est grisâtre, transparent; au moment même où on le retire, il est incolore. *L'eau le coagule*, c'est une propriété très caractéristique ; au contact de l'eau, il devient demi-solide et blanc comme l'albumine coagulée, avec moins de consistance (Ch. Robin).

Le mucus conjonctival tient en suspension quelques cellules épithéliales pavimenteuses. Si la conjonctive est enflammée, il se produit de nombreux leucocytes. On remarque encore dans le mucus conjonctival coagulé par l'eau, des granulations

graisseuses isolées ou disposées en séries; ces granulations proviendraient probablement des glandes de Meibomius, d'après M. Ch. Robin.

Les larmes peuvent former sur le linge des taches encore apparentes après la dessiccation. Ces taches renferment des éléments empruntés au mucus conjonctival et aux larmes elles-mêmes. On sait en effet que les larmes renferment une proportion notable de chlorure de sodium. Les taches produites par les larmes sont en général assez petites et offrent, comme un assez grand nombre d'autres, une grande ressemblance avec les taches spermatiques. Pour les étudier, on les met en contact avec une faible quantité d'eau, et on exprime même le fragment de tissu, à l'aide d'un agitateur en verre par exemple. Après évaporation presque complète, on peut apercevoir des cristaux de chlorure de sodium, quelques cellules épithéliales, molles, friables, très granuleuses, prismatiques plutôt que pavimenteuses, cellules qui proviennent de la glande lacrymale. Ces taches peuvent également contenir des cils et des corps étrangers, comme des filaments d'étoffe ou des grains de poussière (Gosse, p. 42).

**De la salive.** — Le mucus buccal, complexe puisqu'il renferme des produits de sécrétion étrangers, est généralement alcalin. Presque toujours mélangé à de la salive, il tient en suspension des cellules épithéliales pavimenteuses et des leucocytes. La salive mixte, c'est-à-dire produite par les différentes glandes salivaires, a la propriété de donner de la transparence aux leucocytes et d'y faire apparaître des noyaux, comme s'ils avaient subi l'action de l'eau. En même temps, dit M. Robin. les granulations moléculaires qui sont dans leur intérieur offrent un mouvement brownien assez énergique, et ils cessent de présenter toute trace d'expansion sarcodique ou amébiforme.

Lorsque, par un procédé artificiel quelconque, on excite la sécrétion salivaire, et qu'on recueille le fluide sécrété dans un verre à expériences par exemple, il ne tarde pas à se séparer en trois couches. La première est formée d'un liquide écumeux et filant; la seconde, d'une épaisseur plus considérable, est transparente et moins visqueuse que la précédente. Enfin, la

troisième couche est formée par un dépôt gris blanchâtre, composé de cellules épithéliales de la bouche en grand nombre, de quelques leucocytes, de gouttelettes ou de granulations graisseuses. On y rencontre en outre des débris alimentaires venant de l'interstice des dents, tels que cellules végétales, fibres musculaires, grains de fécule, etc., et des micro-organismes.

Les taches produites par la salive ressemblent, au premier abord, à des taches de sperme. Tantôt blanches, tantôt jaunâtres, elles rendent le tissu qui les porte plus ou moins résistant. D'après le Dr Gosse, quand ces taches sont revivifiées au contact de l'eau, elles exhaleraient quelquefois une odeur spermatique. Nous savons combien ce caractère est fugace. En laissant évaporer spontanément l'eau dans laquelle ont baigné ces taches, on y trouverait au microscope, d'après Donné, des cristaux sur la nature desquels on n'est pas encore bien fixé. L'élément le plus abondant est la cellule épithéliale, provenant de l'épithélium buccal. Nous avons déjà insisté sur la forme des cellules que l'on peut facilement étudier. Outre les leucocytes qui accompagnent les cellules épithéliales, on peut rencontrer des fragments de matières alimentaires et des corpuscules amorphes (1).

(1) A propos de la salive nous dirons quelques mots de l'enduit lingual et du tartre dentaire, pour signaler les nombreux micro-organismes qui peuvent s'y rencontrer. Vignal (*Recherches sur les micro-organismes de la bouche*, in *Arch. de physiologie*, 15 octobre 1886), dans une étude récente, a donné sur ce point de très intéressants renseignements. Il a trouvé dans le tartre dentaire et l'enduit lingual dix-huit espèces différentes de micro-organismes, parmi lesquels trois microcoques, un vibrion et treize bacilles ou bactéries. Sept de ces micro-organismes sont déjà connus, savoir : le *Staphylococcus Pyogenes albus*, le *St. Pyogenes aureus*, le *Leptothrix buccalis*, le *Bacterium termo*, le *Bacillus subtilis*, le *Vibrio rugula* et le *Spirochæte denticola* (voir au chapitre des Champignons parasites, 1re partie. Les autres espèces sont nouvelles ou avaient été mal étudiées jusqu'ici. Elles n'ont point reçu de l'auteur des noms particuliers et sont désignées par des lettres ; leurs caractères de culture servent seuls encore à les distinguer.

Quand on voudra recueillir les micro-organismes de la bouche on aura avantage à employer les précautions indiquées par Vignal de manière à éviter autant que possible les parasites apportés par les matières alimentaires et dont le siège dans la bouche n'est que tout à fait

**Du mucus laryngo-bronchique ; des crachats.** — Ce mucus est le produit de sécrétions des glandes qui tapissent la muqueuse laryngienne et la muqueuse trachéo-bronchique (1). Très légèrement visqueux, propriété qu'il doit à la *mucosine*, il est transparent et tient en suspension un petit nombre de cellules épithéliales, surtout prismatiques, et quelques rares leucocytes. A son passage dans le pharynx et dans la bouche, il s'y joint des cellules épithéliales pavimenteuses.

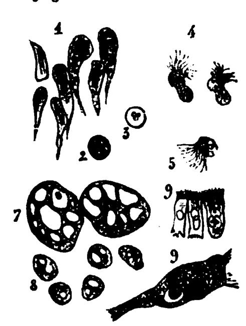



Fig. 460. — Éléments contenus dans les crachats muqueux (d'après Hérard et Cornil) dans les cas d'inflammation des voies pulmonaires. — 1. Cellules cylindriques. — 2, 3. Leucoyctes. — 4. Cellules à cils vibratiles. — 5. Les mêmes devenues sphériques. — 7 et 8. Cellules en voie de dégénérescence muqueuse, hydropiques, présentant plusieurs cavités centrales. — 9. Cellules cylindriques à noyaux multiples.

Dans certains cas le mucus trachéo-bronchique prend l'état concret et pourrait être confondu avec de fausses membranes diphthéritiques. Tandis que l'acide acétique donne au mucus concret l'aspect strié caractéristique, les pseudo-membranes diphthéritiques, comme la fibrine, prennent au contact de l'acide acétique, un aspect homogène et deviennent gélatineuses. On peut ainsi distinguer, dit M. Robin, les leucocytes, les noyaux d'épithélium, les cellules épithéliales englobées par la fibrine, au fur et à mesure qu'a eu lieu sa coagulation.

Pour l'étude des crachats nous suivrons la classification donnée par M. Robin dans son *Traité des humeurs.*

*Crachats muqueux.* — Outre le mucus, ces crachats renferment des leucocytes. Ils sont plus ou moins visqueux, généralement transparents; quelquefois ils sont spumeux. Ces différences tiennent à des modifications pathologiques de la mucosine,

accidentel. On doit, le soir en se couchant, se laver à plusieurs reprises la bouche avec de l'eau stérilisée et se brosser les dents avec soin. Le lendemain matin à jeun, on se rince de nouveau la bouche à l'eau stérilisée, et à l'aide d'un fil de platine flambé, on enlève un peu de tartre dentaire ou d'enduit lingual que l'on délaye de suite dans un tube contenant du bouillon stérilisé ; c'est avec ce bouillon qu'on pratique les ensemencements pour cultiver.

(1) V. Robin, *Traité des humeurs.*

dans la bronchite aiguë par exemple; aussi ces éléments renferment ou non des cellules globuleuses ou cylindriques, à cils vibratiles; ces cellules offrent un ou plusieurs noyaux. Quelquefois même les cils de nos cellules sont encore doués de mouvement. Les crachats *séreux* ne présentent généralement pas d'éléments anatomiques particuliers.

*Crachats perlés.* — Sous l'influence de légères congestions du larynx, il s'accumule dans les ventricules une certaine quantité de mucus demi-concret. Ce fait se produit surtout lorsque l'on a longtemps parlé, et il faut faire un *hem* plus ou moins énergique pour s'en débarrasser. On rend ce mucus concret sous forme de petites boules bleuâtres, quelquefois légèrement colorées en rouge par des hémorrhagies superficielles. Il n'est pas rare de voir ces crachats perlés complètement colorés en noir, par du noir de fumée ou d'autres particules colorées. Le mucus demi-concret qui constitue ces crachats englobe des granulations graisseuses, des noyaux libres d'épithélium, avec ou sans nucléole et toujours des cellules épithéliales plus ou moins régulières, isolées ou réunies en lamelles pavimenteuses ou sphériques, contenant des granulations graisseuses, ou des granulations de noir de fumée. Les leucocytes qui contiennent ces crachats perlés sont plus ou moins granuleux et parfois contiennent des granulations de charbon. Pour s'assurer, dit M. Robin, que ces granulations sont bien du noir de fumée, il suffit de traiter la préparation par de l'acide sulfurique, qui gonfle les cellules épithéliales, les rend pâles et dissout toutes les granulations, excepté les granulations de noir de fumée. Ces molécules de noir de fumée sont d'autant plus abondantes que l'on est resté plus longtemps dans une pièce où il y a des lampes fumeuses, ou des veilleuses.

*Crachats rouillés de la pneumonie.* — A l'état normal les alvéoles du poumon ne fournissent rien à l'expectoration; mais quand il y a des foyers de congestion ou d'inflammation, il se produit dans le poumon un mucus particulier qui se mêle au mucus bronchique. Ces crachats doivent leur couleur plus ou moins rougeâtre aux hématies qu'ils renferment; à côté des hématies il y a une quantité variable de leucocytes.

*Crachats purulents.* — Nous insisterons peu sur cette variété de crachats ; ils présentent des caractères cliniques particuliers, précieux à noter, pour l'étude desquels nous renvoyons à l'ouvrage de M. Robin. Un simple examen microscopique fait aisément reconnaître leur nature.

*Crachats nummulaires.* — Ces crachats sont considérés comme un des signes de la phtisie. Leur nom fait pressentir leur forme. Ce sont des masses puriformes, à bords arrondis et circulaires, et d'égal diamètre. Généralement isolés les uns des autres, ces crachats surmontent un mucus plus ou moins visqueux.

Il n'est pas rare de trouver dans ces crachats des débris de fibres élastiques recourbées sur elles-mêmes et provenant du parenchyme pulmonaire qui se détruit et donne naissance aux cavernes creusées aux dépens du tissu pulmonaire. Les fibres élastiques résistent au travail de mortification. Un excellent procédé pour mettre ces fibres en relief consiste à traiter ces crachats par l'éosine et la potasse caustique. Le mucus disparaît et les fibres apparaissent colorées en rouge. On les reconnaît à leur forme ondulée en spirale, à leur double contour, à leur résistance aux réactifs, enfin à leur coloration sous l'influence du rose d'aniline (p. 301).

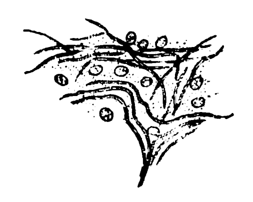


Fig. 461. — Fibres élastiques et globules ratatinés provenant de l'expectoration d'un phthisique.

Parfois ces fibres élastiques, au lieu d'être isolées, forment des faisceaux de fibres entre lesquels on peut apercevoir les éléments qui caractérisent la fonte ulcéreuse du parenchyme pulmonaire, ce sont des débris de vaisseaux oblitérés, et surtout une grande abondance de corpuscules granuleux, ayant la forme et le caractère des globules de pus, d'autres plus petits déformés, quelques-uns infiltrés de granulations noirâtres, d'autres enfin presque globulaires renfermant quelquefois des cristaux d'hémato-cristalline.

*Crachats fétides.* — Dans la gangrène pulmonaire, l'haleine et les crachats du malade prennent une odeur fétide si caractéristique, qu'on ne peut s'y méprendre, lorsqu'une fois déjà on l'a perçue. La couleur de ces crachats varie du blanc laiteux

au jaune verdâtre et du jaune verdâtre à la couleur chocolat. Dans le premier cas, ils contiennent des granulations graisseuses et des leucocytes; quand le nombre des leucocytes augmente, ils deviennent jaune verdâtre. Aux globules blancs peuvent se joindre des débris de parenchyme pulmonaire. Si ces crachats renferment du sang, ils peuvent prendre une coloration chocolat ou acajou. On y trouve également des fragments microscopiques de tissu pulmonaire ainsi que les éléments qui se trouvent dans la caverne, c'est-à-dire le suc cancéreux et les débris de fibres élastiques appartenant aux cloisons. Enfin, dans les crachats à odeur nauséeuse qui proviennent du foyer gangréneux on trouve des *Leptothrix* et une série d'autres micro-organismes (Cornil). Il est bon de se rappeler que le poumon peut être envahi par toutes les variétés de cancer, carcinome colloïde, carcinome hématode, mélanique, etc. Ces crachats exhalent une odeur de matière animale putréfiée d'une fétidité extrême.

A l'article *Sperme* nous avons démontré, par une observation de M. Brouardel, à quels caractères on peut reconnaître des taches produites par des crachats. Qu'on n'oublie pas que l'on peut rencontrer dans ceux-ci, outre des débris de matières alimentaires, des grains de tabac et du sperme.

Tous les micro-organismes qui vivent dans le poumon, la bouche, etc., peuvent se rencontrer dans les crachats, mais il n'y en a que deux qu'on ait, sauf des cas tout à fait spéciaux, intérêt à reconnaître, ce sont : 1° le bacille de la tuberculose ; 2° le pneumo-coque ou *Micrococcus Pasteuri* (Stern); ce dernier micro-organisme a reçu, outre le nom que nous lui donnons et qui est le premier en date, une foule d'autres noms. (Voir p. 287 et 288.)

**Des cristaux que l'on peut rencontrer dans les crachats.** — *Chlorure de sodium.* — Aurait été quelquefois rencontré dans les crachats des pneumoniques, sous forme de cristaux cubiques.

*Cholestérine.* — A été rencontrée rarement.

*Margarine.* — Aurait été observée sous forme d'aiguilles très fines, formant des réseaux très élégants, solubles dans l'éther. Ces cristaux seraient surtout fréquents dans les crachats fétides.

*Leucine et Tyrosine.* — Ces deux substances peuvent se rencontrer à l'état cristallisé dans l'expectoration des phtisiques et dans la gangrène pulmonaire.

*Cristaux non encore déterminés.* — Leyden a signalé dans l'asthme bronchique, d'après Duval et Lereboullet, des cristaux incolores, brillants, formant une pyramide double, peu réfringents, se brisant facilement, insolubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau bouillante, résistant à l'éther, à l'alcool, solubles dans l'acide acétique, l'acide tartrique, l'acide phosphorique. Ces cristaux ont déjà été signalés par Charcot et Vulpian (*Gaz. hebd.*, 1860).

*Oxalate de chaux.* — Outre les cristaux précédents, on a trouvé dans les crachats de l'asthme bronchique des cristaux d'oxalate de chaux, seulement, tandis que ces premiers étaient permanents, les seconds étaient transitoires, et n'étaient pas accompagnés d'oxalurie (*Archiv für Klin. med.*, t. XXI, p. 435, et *Gaz. hebd.*, 20 septembre 78).

---

# CHAPITRE XXII

## DES MATIÈRES VOMIES, OU PROJETÉES SEULEMENT EN DEHORS DE LA CAVITÉ BUCCALE (STRANGULATION) ; DES SUBSTANCES ALIMENTAIRES OU TOXIQUES QUE L'ON PEUT TROUVER DANS L'ESTOMAC.

L'examen des vomissements (1) peut fournir des renseignements précieux au clinicien et au médecin légiste.

Outre les vomissements provoqués par des substances toxiques, il peut s'en produire par l'effet de causes diverses. Sous l'influence de maladies inflammatoires de la muqueuse stomacale, on peut voir se produire des vomissements spumeux et filants, presque exclusivement formés de salive et de mucus

(1) Voy. Duval et Lereboullet, p. 239.

stomacal. On y trouve quelques rares leucocytes, des cellules épithéliales pavimenteuses (provenant de la bouche), ainsi que des cellules globuleuses infiltrées de granulations et présentant un large noyau périphérique ; ces cellules (Duval et Lereboullet) paraissent provenir des canalicules des glandes salivaires.

L'acide acétique donne difficilement au mucus l'aspect strié caractéristique.

Lorsque l'estomac a subi une action locale violente, comme dans l'empoisonnement par la teinture de cantharides, par exemple, les vomissements qui suivent l'ingestion du poison sont tellement visqueux, que l'on peut pour ainsi dire les détacher du sol sans les diviser. L'alcool seul peut, en provoquant une gastrite aiguë, donner naissance à des vomissements muqueux présentant les mêmes caractères.

**Vomissements cholériques.** — Ils sont ordinairement très séreux et fluides. Ils contiennent des grains riziformes et quelques flocons de mucus. Les granulations riziformes renferment quelques leucocytes agglutinés par le mucus et un assez petit nombre de cellules épithéliales déformées, granuleuses, infiltrées de graisse. On trouve également des cellules paraissant provenir de l'épithélium de la muqueuse stomacale, en voie de dégénération granulo-graisseuse, ainsi que des granulations, les unes protéiques, les autres graisseuses, et des parasites.

**Vomissements alimentaires.** — On comprend combien peut être grande la variété des substances introduites dans l'estomac que l'on peut retrouver dans les vomissements. Les connaissances acquises en anatomie végétale et animale permettront de reconnaître les substances ingérées. La difficulté sera d'autant plus grande que les aliments auront séjourné plus longtemps dans l'estomac; quand les matières auront été vomies aussitôt après leur ingestion, elles auront conservé des caractères propres à les faire reconnaître. Les fibres musculaires striées résisteront d'autant moins qu'elles auront été préalablement soumises à une cuisson moins complète; ordinairement elles sont facilement reconnaissables. Les végétaux, l'amidon, résistent plus longtemps à l'action du suc gastrique;

il en est de même de l'albumine coagulée. Simplement maintenus à l'état de fusion dans l'estomac, les corps gras reprennent par le refroidissement leur consistance normale. Les élytres de la cantharide, quand elles ne sont pas très finement pulvérisées, résistent à l'action du suc gastrique et peuvent être reconnues à leurs reflets particuliers. Si l'insecte a été grossièrement pulvérisé, on peut même reconnaître des fragments d'antennes ou de pattes. Dans un cas d'empoisonnement par un fruit vénéneux, celui de la belladone, par exemple, il sera possible de reconnaître la nature du fruit et de diriger plus sûrement la médication. M. L. Bruneau aurait trouvé dans des vomissements d'une femme urémique de la tyrosine, sous forme de longues aiguilles brillantes et réunies en amas.

Si l'on peut reconnaître facilement un certain nombre de substances alimentaires, il en est cependant dont les caractères sont tellement modifiés par la cuisson qu'ils deviennent difficiles à retrouver et qu'il est besoin d'une grande expérience, unie à beaucoup de sagacité, pour arriver à une détermination certaine. Nous recommandons dans ce cas de toujours procéder par comparaison et d'éclairer le résultat de l'examen microscopique, par celui de la substance que l'on pense avoir retrouvée.

**Vomissements bilieux et fécaloïdes.** — Les vomissements bilieux se reconnaissent surtout par l'action des réactifs chimiques propres à déceler soit les acides biliaires, soit les matières colorantes de la bile. Quelquefois ces vomissements renferment des calculs biliaires, rarement des cristaux de Taurine.

Dans certains cas d'étranglement interne, ou lorsque des matières fécales ont été ingérées (aliénation mentale, hystérie), on peut avoir des vomissements renfermant des matières fécales. Sauf dans le second cas, les matières fécales ne sont presque jamais solides; ordinairement, elles ont une consistance pâteuse ou demi-liquide; elles renferment des débris de matières alimentaires incomplètement ingérées. Leur odeur spéciale met également sur la voie du diagnostic. Ces vomissements peuvent également contenir des cellules prismatiques agglutinées formant par leur agglomération une masse qui simule une coiffe de villosités intestinales et qui suffisent,

d'après MM. Duval et Lereboullet, pour faire supposer que des matières, provenant de l'intestin grêle, ont été évacuées par le vomissement.

**Vomissements sanguins.** — Lorsque le sang est vomi pour ainsi dire à l'état de pureté, sa détermination n'offre aucune difficulté. D'autres fois, au contraire, le sang n'est vomi qu'après avoir séjourné un certain temps dans l'estomac, il a alors une coloration variant entre la couleur chocolat et celle de la suie. L'examen microscopique permet toujours de retrouver des globules plus ou moins profondément altérés, ainsi que des filaments fibrineux. Outre ces éléments appartenant au sang, on peut trouver des débris de substances alimentaires. Lorsqu'il y a dans l'estomac des ulcérations, cancéreuses ou non, on peut trouver des cellules caractéristiques appartenant à la muqueuse stomacale.

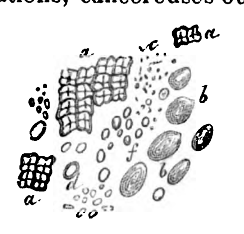



Fig. 462. — Produits de vomissements (d'après L. Beale). — *a*. Sarcine. — *b*. Grains d'amidon. — *c*. Vibrioniens. — *d*. Sporules diverses. — *f*. Gouttes de graisse.

**Vomissements purulents.** — Il arrive assez fréquemment que des malades atteints d'abcès de l'arrière-gorge avalent involontairement une certaine quantité de pus qu'ils vomissent ensuite. L'examen microscopique n'offre aucune difficulté ; il en est de même quand le pus a sa source dans l'estomac même (V. *Pus*).

**Parasites des vomissements.** — On en rencontre un assez grand nombre dans les matières vomies; comme ils ont déjà été décrits dans ce manuel, nous ne ferons que les signaler. La *Sarcine* y a été rencontrée, ainsi que l'*Oïdium* (*Saccharomyces*) du muguet, le *Leptothrix buccalis*. Enfin les vomissements peuvent renfermer un grand nombre de bactéries.

**Substances toxiques que l'on peut retrouver dans les vomissements.** — Quelquefois, dans les empoisonnements, surtout quand ils sont volontaires, on peut trouver des fragments de la substance toxique employée. C'est ainsi que l'on a trouvé dans les matières vomies soit des fragments d'acide arsénieux, soit des cristaux de sels toxiques. L'analyse chimique devra toujours corroborer l'examen microscopique.

**Des matières recueillies directement dans l'estomac.** — Dans une autopsie médico-légale, on peut être appelé à se prononcer sur la nature des substances contenues dans l'estomac. Il ne nous est pas possible d'énumérer toutes les substances que l'on peut rencontrer, et nous rappelons les conseils que nous avons donnés plus haut. L'exemple que nous donnons ci-après montrera combien ces recherches sont délicates et avec quelle prudence elles doivent être conduites.

On verra que dans l'observation suivante, due à l'obligeance de M. G. Pennetier, directeur du Musée de Rouen, l'analyse microscopique a été faite d'une façon très remarquable et le savant expert a contrôlé chacun de ses résultats.

## RAPPORT

### SUR LA NATURE DES ALIMENTS TROUVÉS CHEZ LA Ve G. ET DES MATIÈRES RECUEILLIES DANS SON ESTOMAC.

Nous soussigné, Georges Pennetier, docteur en médecine, demeurant à Rouen, etc., etc., chargé de déterminer la nature des aliments trouvés chez la veuve G. et des matières recueillis dans son estomac, en avons reçu deux flacons et nous sommes transporté dans notre laboratoire du Muséum d'histoire naturelle, où nous avons procédé aux recherches et aux observations microscopiques nécessaires.

*Examen du contenu du flacon n° 2.* — Les aliments trouvés chez la veuve G., et contenus dans le flacon n° 2, consistent dans un mélange d'une notable quantité d'oseille avec une très faible proportion de viande et un fragment de salsifis, provenant de la partie du collet.

L'examen microscopique de ces matières, dont il est d'ailleurs facile de constater la nature à l'œil nu, ne laisse aucun doute à cet égard.

*Examen du contenu du flacon n° 1.* — L'observation à l'œil nu des matières recueillies dans l'estomac et contenues dans le flacon n° 1 permet d'y soupçonner la présence d'une très grande quantité d'oseille, de quelques fragments de salsifis, provenant de la partie inférieure du collet et d'une notable quantité d'un fruit pulpeux, tel que la pomme ou la poire.

Une vingtaine de préparations microscopiques, faites dans le but de contrôler ce premier aperçu et de le compléter, s'il y avait lieu, ont fourni les renseignements suivants (ces préparations ont été conservées et mises à la disposition de la justice) :

L'examen d'un fragment d'épicarpe, attenant à la partie calicinale du fruit, et que son aspect plus ou moins fortement coloré indique manifestement avoir été cuit devant le feu, permet de reconnaître la présence

de petites cellules rectangulaires, granuleuses, incolores ou plus ou moins colorées en jaune, jaune rouge et rouge brun, accolées les unes aux autres sans solution de continuité et mesurant de 0mm,0195 à 0mm,0224 dans leur grand diamètre et de 0mm,0096 à 0mm,0192 dans leur petit diamètre (Voir les préparations 2, 5, 10 et 12 *bis*). Collection du Muséum de Rouen).

Les deux dernières ont été prises dans la partie calicinale *et la préparation 12* bis *contient plusieurs agglomérations de cellules pierreuses dont les parois épaisses sont creusées de canalicules dirigés de la cavité centrale vers la surface.*

Les neuf préparations étiquetées n° 1 proviennent de la partie pulpeuse située à la face inférieure du fragment d'épicarpe sus-décrit. Elles permettent de reconnaître :

1° La présence de cellules polyédriques accolées mais facilement isolables, à parois extrêmement minces, et dont les arêtes sont plus ou moins accidentées et en rapport avec la compression réciproque des cellules des espaces polygonaux. Ces cellules, dont le grand diamètre est 0mm,096 à 0mm,176 et le petit diamètre de 0mm,08 à 0,mm144, présentent toutes un certain nombre de replis et contiennent des granulations jaunes plus ou moins foncées, agglomérées par places.

2° Des faisceaux vasculaires ;

3° Des tubes cloisonnés provenant du mycélium de champignons microscopiques et dus probablement à un commencement de pourriture du fruit ;

4° De nombreux grains d'amidon de blé intacts, ou légèrement altérés ou gonflés, colorables en bleu par l'iode et reconnaissables à leur forme circulaire ou lenticulaire, ainsi qu'au diamètre des plus gros, mesurant de 0mm,04 à 0mm,05.

Un fragment végétal isolé, d'aspect charnu et du volume d'une petite noisette, a été trouvé composé de cellules absolument semblables à celles des préparations précédentes, mais d'un diamètre plus considérable et à granulations non colorées ; provenant, par conséquent, d'une partie du mésocarpe plus profondément située et n'ayant pas subi l'action directe du feu. Ces cellules, dont les dimensions atteignent jusqu'à 0mm,368 sur 0mm,256, sont les unes arrondies, les autres plus ou moins allongées, d'autres enfin rectangulaires et rétrécies en forme d'onglet, à l'une de leurs extrémités suivant le mode de compression réciproque qu'elles ont éprouvé. Ces cellules parenchymateuses sont accompagnées de nombreux granules d'amidon de blé (Voir les deux préparations n° 3).

La préparation n° 8, faite avec un fragment de nature évidemment végétale, aplati et d'aspect corné, est composée de longues fibres à cloisons très rapprochées et d'un diamètre de 0mm,0096. Ces fibres, qui sont disposées en plusieurs couches superposées, sont parallèles entre elles dans la même couche et s'entre-croisent avec celles des couches sous-jacentes.

Elles correspondent manifestement à l'endocarpe du fruit dont nous

avons ainsi retrouvé les différentes parties constituantes, épicarpe, mésocarpe et endocarpe.

L'examen d'un débris végétal, rappelant un morceau de salsifis et formé d'une couche filandreuse, formée de faisceaux isolables, à laquelle adhère un petit fragment pulpeux, a montré les éléments anatomiques suivants : faisceaux vasculaires, dans lesquels dominent les vaisseaux rayés (partie filandreuse), cellules polyédriques, contiguës, arêtes peu tranchées, remplies de granulations également disséminées et mesurant de $0^{mm},0528$ à $0^{mm},11$, dans leur grand diamètre et de $0^{mm},0573$ à $0^{mm},66$ dans leur petit (partie pulpeuse). Ces cellules sont accompagnées de granules d'amidon de blé (Voir les préparations 4 et 4 *bis*).

Les débris de feuilles que contenait également, bien qu'en minime partie, l'estomac de la veuve G., sont composés de faisceaux de trachées déroulables, circulant au milieu de cellules d'un vert jaunâtre.

Un grand nombre de grains d'amidon de blé se rencontrent encore dans cette préparation (Voir la préparation nº 6, et la comparer à celle du nº 10, faite avec de l'oseille cuite pour servir de terme de comparaison).

Enfin, au nombre des matières alimentaires sus-désignées se trouve un fragment d'épiderme végétal, à l'une des faces duquel adhère une mince couche pulpeuse et qui paraît brûlé en certains points. A l'observation microscopique, la partie superficielle apparaît composée de cellules polyédriques, dont les parois, épaisses, sont formées de plusieurs couches superposées. Ces parois ont une épaisseur variant de $0^{mm},013$ à $0^{mm},016$ et circonscrivent des mailles de $0^{mm},03$ à $0^{mm},04$. La partie pulpeuse est formée de grandes cellules, les unes arrondies et les autres polyédriques, à surface totalement recouverte de marbrures. Ces cellules dont les dimensions varient dans les limites suivantes : grand diamètre de $0^{mm},8$ a $0^{mm},16$ ; petit diamètre, de $0^{mm},048$ à $0^{mm},096$, sont colorables en bleu par l'iode, mais ne contiennent aucun grain de fécule distinct. Ces caractères physiques, microscopiques et microchimiques sont ceux que présente la pomme de terre cuite sous la cendre. Au milieu de la préparation qui a été conservée et qui porte les numéros 7 et 7 *bis*, on remarque, comme dans les précédentes, des grains intacts d'amidon de blé.

## CONCLUSIONS.

L'examen de la portion d'aliments recueillis dans l'estomac de la veuve G. et renfermée dans le flacon nº 1 y fait donc reconnaître :

1º Une notable proportion de pomme cuite. L'extrême rareté des cellules pierreuses, qui n'ont été rencontrées que dans une seule préparation correspondant à la partie calicinale, ne permet pas de confondre les cellules parenchymateuses sus-décrites avec celles de la *poire, qui présentent cependant avec elles une grande analogie. Les cellules pierreuses qui, par leur accumulation, forment les grains durs des poires, ne sont pas localisées à la partie calicinale mais disséminées dans la pulpe.*

2° De la pomme de terre cuite, également devant le feu, ce que prouvent les parties carbonisées de la surface.

3° De l'amidon de blé, non cuit et presque inaltéré.

4° De l'oseille, en très faible quantité.

5° Du salsifis en très faible proportion.

De là, je conclus :

1° Que la femme G. a dû manger à une heure assez éloignée de sa mort les aliments contenus dans le flacon n° 2. Ces derniers sont, en effet, en grande partie digérés : la viande totalement dissoute par le suc gastrique fait défaut; or, il résulte des expériences de M. Beaumont, que les viandes bouillies sont digérées en quatre heures, l'oseille ne se retrouve qu'en minime proportion et le fragment de salsifis qui a résisté au travail de la digestion est surtout composé des parties de la racine les plus réfractaires.

2° Que l'ingestion de la pomme de terre, de la pomme et de l'amidon de blé doit correspondre à un moment beaucoup plus rapproché de la mort. Les cellules de pomme de terre et de pomme n'offrent, en effet, ainsi que leur contenu, aucune différence avec les mêmes parties de la pomme de terre et de la pomme cuites, pour servir de terme de comparaison (voir préparation n° 22), et les granules d'amidon de blé sont encore presque tous intacts.

3° Que la femme G. n'a certainement pas fait usage à son dernier repas des aliments recueillis chez elle et contenus dans le flacon n° 2.

En foi de quoi, nous avons signé le présent rapport que nous déclarons fait en honneur et conscience.

Rouen, le 27 mai 1878.

G. Pennetier.

## RAPPORT II

### RAPPORT SUR LA NATURE DES TACHES TROUVÉES SUR UNE PORTE VITRÉE ET UN MONTANT DE CETTE MÊME PORTE, SAISIS AU DOMICILE DES INCULPÉS.

Nous soussignés, Georges Pennetier, docteur en médecine demeurant à Rouen, etc., etc., et Jules Clouet, expert chimiste, demeurant en cette même ville, etc., certifions que, en vertu d'une commission de M. Francis Gougeon, juge d'instruction près le tribunal civil de Rouen, en date du 4 avril 1878, serment préalablement prêté de remplir le mandat qui allait nous être confié en honneur et conscience.

Nous avons procédé à l'examen de deux pièces à conviction, saisies par la justice à la Neuville-Champ-d'Oissel, le 3 avril dernier, au domicile des époux H., inculpés d'assassinat.

Ces pièces consistent en une porte vitrée et un montant en bois, et nous avons pour mission de rechercher si les taches que l'on trouve sur

ces objets n'étaient pas constituées par des débris humains et spécialement par du *tissu musculaire*.

Lors du transport de la justice, auquel l'un de nous assistait, ces taches étaient molles, s'applatissaient sous la pression du doigt et offraient une teinte jaune rougeâtre, plus ou moins foncée. Elles ont une épaisseur variable et semblent avoir été faites par une matière projetée.

Nous avons extrait, pour la soumettre à l'examen microscopique, une portion de ces taches qui étaient en grande partie desséchées et offraient plus de consistance que le jour de la saisie.

Ces taches ont donné lieu à cinquante préparations microscopiques qui ont été conservées et restent à la disposition de la justice, avec la partie réservée pour une autre expertise s'il y a lieu.

*Examen de la porte vitrée.* — Cette porte qui a 1m,95 de hauteur et s'ouvrait de la cuisine dans la chambre à coucher offre à considérer : 1° Une face peinte en blanc, donnant dans la chambre, portant la serrure et recouverte d'un rideau blanc ; 2° une face peinte en gris brun, correspondant à la cuisine et munie de la poignée de la clanche.

Nous n'avons rien trouvé sur la première qui soit de nature à attirer l'attention ; les taches que nous avions à examiner sont toutes situées sur l'autre face.

Elles siègent sur la boiserie et sur les vitres. On les trouve sur la traverse horizontale supérieure, à 0m,10 du bord libre ; sur le montant vertical, au-dessus de la clanche, à 20, 38, 40, 45 et 50 centimètres de haut et sur les deux carreaux supérieurs.

La traverse supérieure porte une tache qui a donné lieu à cinq préparations microscopiques. Elles sont toutes composées de cellules polyédriques, plus ou moins régulières, accolées mais facilement isolables par une légère pression, de dimensions diverses, mesurant fréquemment en diamètres 0mm,176 ou 0mm,224 : ces cellules, à parois extrêmement minces, présentent des replis et des granulations agglomérées par places, jaunes plus ou moins foncées. Elles proviennent du mésocarpe d'un fruit pulpeux, tel que la pomme ou la poire.

Indépendamment de ces cellules et de quelques faisceaux vasculaires, on ne rencontre sur cette tache que deux ou trois grains d'amidon de blé, autant de grains de pollen, et un brin de duvet d'oiseau (Voir les préparations n° 13).

Les taches, situées à 20, 38, 40 et 45 centimètres de la limite supérieure du montant, sont composées des mêmes éléments, sauf le duvet, et dans des proportions semblables. A ces derniers sont joints quelques débris calcinés provenant de la partie superficielle du mésocarpe. Ces taches ont donné lieu aux vingt préparations numérotées 15, 16, 17 et 18.

A 50 centimètres de la traverse supérieure, se trouve une tache à laquelle correspondent huit préparations composées des mêmes éléments cellulaires, souvent un peu plus foncés, auxquels sont joints des faisceaux vasculaires et de nouveaux débris calcinés. Cemme précédemment on ne rencontre qu'exceptionnellement quelques grains d'amidon

de blé ou de pollen et quelques fragments de duvet (Voir les préparations 14 et 14 *bis*).

Mais sur la préparation numérotée, 14 *bis*, on voit à côté des éléments précédents et de quelques débris brûlés, un groupe de trois cellules pierreuses dont le grand diamètre mesure $0^{mm},048$ et dont les parois épaisses sont canaliculées.

Enfin le carreau supérieur voisin porte également des taches dont quelques-unes sont saillantes, mais un plus grand nombre sans saillie et paraissant résulter de la dessiccation d'une substance liquide ; elles sont formées des mêmes cellules parenchymateuses isolées ou réunies, de faisceaux vasculaires semblables, de quelques grains de pollen et de rares granules d'amidon (Voir les préparations portant le n° 18).

*Examen du montant isolé.* — Cette pièce correspondant, du côté de la cuisine, au montant de la porte vitrée, mesure 2 mètres de longueur, sur 9 centimètres de largeur et 3 d'épaisseur. Elle est recouverte sur sa face libre par une couche de peinture identique à celle de la porte.

Les taches qu'elle présente se trouvent à 20, 75, 80 et 85 centimètres de l'extrémité supérieure.

Ces taches sont exclusivement composées des mêmes éléments que celles de la porte vitrée, à l'exception toutefois des cellules pierreuses, mais on y rencontre une plus grande proportion de débris carbonisés. L'amidon de blé y est également fort rare (Voir les vingt préparations numérotées 20 et 21).

CONCLUSIONS.

De ces observations nous pouvons conclure :

1° Que ces taches ne sont pas dues à du tissu musculaire, ni à aucun autre tissu de nature animale.

2° Qu'elles sont principalement produites par de la pomme cuite. La rareté des cellules pierreuses, que nous n'avons trouvées qu'au nombre de trois et dans une seule préparation, empêche de confondre les cellules parenchymateuses observées avec celles de la poire. Ces cellules pierreuses doivent être rapportées à la région calicinale du fruit, seule partie de la pomme qui présente cet élément anatomique. Enfin, les fragments calcinés et les cellules parenchymateuses, fortement colorées, rencontrées dans un certain nombre de taches, indiquent suffisamment que le fruit a été cuit devant le feu.

3. Qu'indépendamment de la pomme cuite, les taches contiennent, en faible proportion, des grains d'amidon de blé et de pollen de fleur.

N. B. Une série de préparations, faites avec de la pomme cuite (Voir préparations n° 22), a été jointe à celles qui sont relatives aux taches, afin de servir de terme de comparaison.

En foi de quoi, nous avons signé le présent rapport, que nous déclarons fait en honneur et conscience

Rouen, le 31 mai 1878.

G. Pennetier.



# CHAPITRE XXIII

## QUELQUES EXEMPLES DES TACHES DONT ON PEUT AVOIR A DÉTERMINER LA NATURE

**Taches de matière cérébrale.** — Lorsque la boite crânienne a été ouverte par l'effet d'un choc violent, la matière cérébrale peut être projetée assez loin, dans des sens divers et elle peut se dessécher. Des fragments de matière cérébrale peuvent également rester adhérents, soit à l'objet qui a servi à briser le crâne, tel que pierre, bâton, arme contondante, etc., soit sur du linge ou sur le sol. Dans ces différentes circonstances, il peut être utile de déterminer si c'est bien de la matière cérébrale que l'on a sous les yeux.

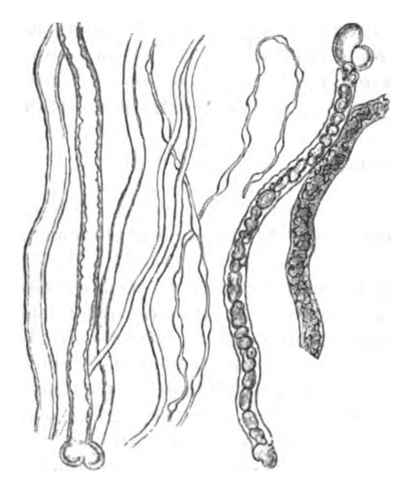


Fig. 463. — Tubes nerveux de l'homme grossis 350 fois. — Parmi eux quatre tubes fins (dont deux variqueux), un tube moyen, à simple contour, et quatre gros; de ces derniers deux sont à double contour, et deux ont un contenu granuleux (Kölliker).

Nous avons donné ailleurs (p. 384) les caractères des éléments nerveux, nous n'avons pas à y revenir ici.

Les taches de matière cérébrale prennent une coloration variable, suivant les conditions au milieu desquelles elles ont été produites, ou se sont desséchées. Si elles contiennent du sang en quantité appréciable, elles peuvent prendre une coloration rouge sale, rappelant celle de la rouille; généralement elles sont d'un gris jaunâtre. Elles se ramollissent dans l'eau

distillée froide, se gonflent et se laissent facilèment dissocier. Pendant la dessiccation, les tubes nerveux éprouvent une altération en vertu de laquelle la *myéline*, disparaissant en certains points, laisse à nu le cylindre d'axe qui la traverse, comme on voit dans certains ipecacuanhas le tissu ligneux apparaître sur une certaine longueur, complètement dépourvu de la partie corticale de la racine. Il suffit donc de faire macérer un fragment, même très petit, de matière cérébrale dans de l'acool faible pendant deux ou trois heures et de le dilacérer avec soin à l'aide d'aiguilles fines, l'examen microscopique permettra de reconnaître la présence de tubes nerveux plus ou moins altérés. Ces tubes peuvent être entre-croisés en tous sens, courbés ou rectilignes ou flexueux. La myéline se présente sous la forme de gouttes peu nombreuses, de volume et de forme très variables, mais d'apparences très nettes.

On constate en outre dans ces taches, d'après Gosse, des vibrions souvent en nombre considérable, ainsi que des filaments d'algues microscopiques. Un grand nombre de substances étrangères peuvent se trouver accidentellement mêlées à ces taches, suivant l'objet qui leur sert de support.

Lorsque du sang a été mêlé à de la matière cérébrale, on retrouve au milieu des tubes nerveux des hématies plus ou moins profondément altérées. Dans ce cas particulier, au lieu d'eau distillée, il faut employer une dissolution de sulfate de soude.

Lorsqu'on se trouve en présence d'une matière qu'on suppose être de la substance nerveuse, la meilleure manière d'opérer est la suivante : on en détache des petits fragments qu'on met dans un mélange formé de deux parties d'eau et d'une d'alcool à 90° cent. (alcool au tiers) et on place quelques autres petits fragments dans un peu de solution à 1 p. 100 d'acide osmique.

Au bout de vingt-quatre heures, on dissocie avec les aiguilles après avoir mis dans de l'eau les fragments placés dans l'acide osmique; si la matière n'a pas été trop desséchée ou si la putréfaction n'est pas trop avancée on y rencontrera des tubes nerveux semblables à ceux de la figure 463.

Quant aux fragments mis dans l'alcool faible, on les mettra avec quelques centimètres cubes d'eau dans une éprouvette de verre, on agitera fortement de façon à les dissocier complètement et on ajoutera à l'eau quelques gouttes d'une solution de carmin, puis à l'aide d'une pipette

on prendra un peu du dépôt qui se précipitera au fond de l'éprouvette et après l'avoir mis sur une lame de verre on cherchera à l'aide d'un grossissement de 150 à 300 diamètres des cellules nerveuses, ou des cellules de la névroglie; c'est seulement dans le cas où on rencontrera des cellules nerveuses ou des cellules de la névroglie, ou enfin des tubes nerveux, qu'on pourra affirmer qu'on se trouve en présence de substance nerveuse.

**Des taches produites par le jaune d'œuf** (voir Orfila, Briand et Chaudé, Gosse). — Ces taches se présentent si fréquemment dans la vie commune, qu'on a souvent l'occasion de les étudier. Elles sont d'un jaune d'or, quelquefois jaune orangé,

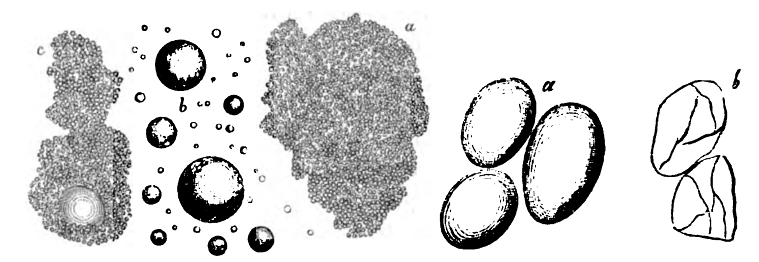



Fig. 464. — Jaune d'œuf desséché. — *a*. Amas de granulations graisseuses du jaune. — *b*, *b*. Gouttes d'huile jaune. — *c*. Goutte d'huile contenue dans un amas de granulations (d'après Ch. Robin).

Fig. 465. — Cellules adipeuses normales de la mamelle (grossies 350 fois). — *a*. Sans réactifs. — *b*. Traitées par l'éther qui a enlevé la graisse et laissé seulement l'enveloppe mince et plissée.

communiquent au tissu qui les porte une certaine raideur. Généralement elles offrent un degré appréciable de transparence, et lorsqu'elles sont desséchées, elles peuvent s'enlever par écailles de dimensions variables.

Examinées au microscope, elles présentent des amas de granulations graisseuses, de larges gouttes d'huile jaune, ainsi que des gouttes d'huile contenues dans des granulations. Les amas réguliers diffèrent de ceux du caséum et de toute autre substance, par leur plus grande opacité et par leur état granuleux parfaitement uniforme, excepté lorsque de grandes gouttes d'huile se trouvent enclavées dans leur épaisseur; ces dernières ont une teinte un peu ambrée.

**Taches formées par la graisse et par le tissu adipeux.** —

Nous avons déjà donné quelques notions sur le tissu adipeux, de sorte qu'il nous suffira de rappeler que la graisse est contenue dans des cellules à parois minces et transparentes qui laissent apercevoir leur contenu jaunâtre. Ces cellules sont parfois agglomérées; autour d'elles rampent des vaisseaux capillaires. Ce sont les lobules graisseux.

Quand on traite une tache de graisse par de l'éther, de la benzine, on dissout le corps gras, et après évaporation, on peut constater au microscope la présence de globules de graisse,

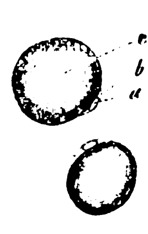



Fig. 466. — Deux cellules adipeuses tirées de la moelle du fémur de l'homme. — *a*. Noyau. — *b*. Membrane de la cellule. — *c*. Goutte de graisse (grossissement, 350 D.).

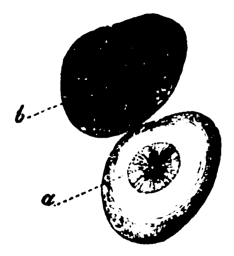



Fig. 467. — Cellules graisseuses renfermant des cristaux de margarine (grossies 350 fois). — *a*. Cellule qui contient une étoile formée d'aiguilles cristallisées, comme on en trouve quelquefois dans la graisse normale. — *b*. Cellule entièrement remplie de cristaux prise dans un lobule graisseux blanc d'un individu émacié.

sur lesquels on peut faire agir les différents réactifs qui servent à la détermination des corps gras.

Nous ne connaissons jusqu'ici qu'une seule observation de tache formée par du tissu adipeux. L'examen en a été fait par M. Robin, auquel nous empruntons la description suivante: Cette tache se trouvait sur une porte grisâtre; elle était longue de $0^m,09$ sur 1 à 2 millimètres de large, épaisse de 1 millimètre et rougeâtre, mais non rouge brun, ni à surface brillante, comme les taches de sang. Après en avoir fait macérer une partie dans de l'eau pendant dix minutes, elle avait pris une teinte d'un blanc jaunâtre légèrement grisâtre, s'était gonflée et affectait un aspect filamenteux. Ayant examiné cette tache à un grossissement de trois cents diamètres, M. Robin vit qu'elle était constituée par les éléments suivants : les amas de cellules étaient réunis par des fibres

lamineuses arrondies ou aplaties (dites fibres du tissu cellulaire). Ces fibres isolées se présentent sous la forme de filaments pâles non granuleux, à bords parallèles, non ramifiés, décrivant des flexuosités en général régulières. Les faisceaux de ces fibres étaient pour la plupart striés longitudinalement; quelques-unes, par suite d'un travail d'altération, n'étaient pas striées. L'acide acétique les a gonflés, ramollis, rendus transparents, gélatiniformes et réduits en une masse homogène. On a pu alors constater la présence de fibres élastiques jaunâtres très flexueuses à bords foncés, qui n'étaient pas attaquées par l'acide.

Les cellules entourées par les fibres étaient sphériques ou ovoïdes à la périphérie des petits amas, et polyédriques au centre. Leur diamètre variait de $0^{mm},045$ à $0^{mm},071$ ; mais les plus nombreux avaient $0^{mm},006$. Leur contour était net, leur centre clair, jaunâtre, homogène. Rompues il s'en est écoulé une matière liquide, huileuse, qui était contenue dans une paroi mince, homogène et transparente. On voyait aussi dans la préparation des gouttes de même nature que ce liquide et provenant de la rupture accidentelle d'autres cellules. Dans l'épaisseur ou à la surface d'un certain nombre de ces cellules, M. Robin a constaté la présence de petits groupes de fines aiguilles, contiguës et rayonnant autour d'un centre commun, caractères que présente la margarine lorsqu'elle se sépare des autres principes de la graisse.

Ces différents caractères appartiennent au tissu adipeux. Dans les expériences diverses que firent les experts sur du tissu adipeux de mouton et de bœuf, ils constatèrent les caractères suivants : les faisceaux des fibres lamineuses, entre les globules formés par les cellules adipeuses, sont en moins grande quantité. Les lobules sont plus volumineux et plus pressés les uns contre les autres. Les cellules sont plus grandes, leur diamètre était de $0^{mm},095$ à $0^{mm},114$; quelques-unes étaient ovoïdes et présentaient un petit diamètre de $0^{mm},081$. Les cellules polyédriques à angles mousses, quoique isolées, se séparaient plus facilement les unes des autres, leurs bords étaient plus foncés. Chez le mouton, leur centre jaunissait moins la lumière qu'il réfractait, et il la jaunissait davantage

chez le bœuf. Le contenu des cellules était moins homogène, moins clair, et l'on ne pouvait le faire écouler en gouttelettes huileuses, par la compression et par la rupture des cellules, ce qui tenait à la température. En effet, à + 10°, le liquide huileux de l'homme passe à l'état solide, tandis que chez le bœuf la graisse se fige à + 21° ; chez le porc à + 23° et chez le mouton à + 25°. Ces variations dans la température où s'opère la solidification tiennent à la plus ou moins grande proportion de stéarine (Dr Gosse).

**Taches produites par l'écoulement blennorrhagique.** — Ces taches ont une coloration différente suivant la période de la maladie pendant laquelle le liquide purulent a été émis ; généralement elles ne sont pas d'une grande dimension, à moins que plusieurs de ces taches aient fusionné. Leur coloration varie du jaune blanchâtre au jaune verdâtre ; parfois elles ressemblent au premier abord à des taches de sperme. Elles donnent au linge une certaine résistance et peuvent, lorsqu'elles sont suffisamment épaisses, s'écailler sous l'influence d'un contact un peu rude. On traite ces taches, comme nous l'avons indiqué, par l'eau distillée ; lorsqu'elles ont absorbé par capillarité une quantité d'eau suffisante, on racle avec la lame d'un scalpel et on examine au microscope avec un grossissement de 300 diamètres. Les globules du pus dominent, et on voit également des cellules épithéliales provenant du canal de l'urèthre. Il y a lieu de penser que par les méthodes de coloration indiquées pages 450 et 280 on pourrait faire apparaître dans ces cellules les Gonocoques.

**Taches produites par des excréments de punaise.** — Ces taches ont été étudiées avec beaucoup de soin par M. Ch. Robin (Voir Briand et Chaudé), qui en a donné la description suivante : Par leur aspect extérieur, ces taches pourraient être confondues avec des taches de sang, dont elles se distinguent facilement au microscope. Quelques heures de séjour dans une dissolution de sulfate de soude, suffisent pour désagréger ces excréments, qui se présentent sous la forme d'une poussière d'un brun rougeâtre, ou tirant sur le noir. Recueillie à l'aide d'une pipette et portée sous le microscope, cette poussière se montre formée de petites granulations desséchées, variant de

volume depuis $0^{mm},001$ jusqu'à $0^{mm}010$ : elles sont sphériques ou ovoïdes, d'un brun rouge, plus claires au centre qu'à la circonférence, qui est moins nettement déterminée. Elles sont isolées ou en groupes de volume variable ; on en trouve souvent qui sont brisées par le milieu, suivant leur épaisseur. Ces amas sont plus ou moins traversés par la lumière, ou sont complètement opaques.

Sèches, ces gouttelettes sont accompagnées de cristaux d'un aspect analogue à ceux des éléments organiques ; ce sont des lamelles en losanges, à arêtes très nettes, isolées ou diverse-

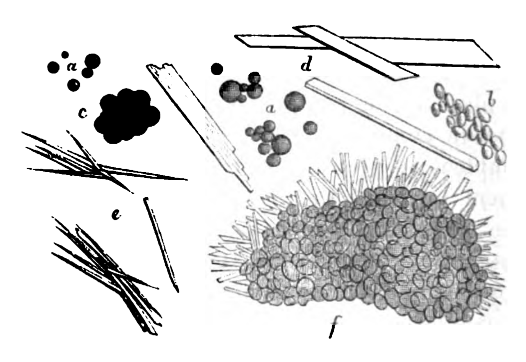



Fig. 468. — Excréments de punaise. — *a, a.* Gouttes sèches ou globules souvent creux d'un brun jaunâtre, agglomérés ou isolés, variant en diamètre depuis 0,901, jusqu'à 0,010. — *b.* Amas dans lequel les gouttes sèches ou globules brisés ressemblent sur le bord à un demi-cercle ouvert. — *c.* Amas plus foncés noirâtres. — *d.* Lamelles cristallines losangiques. — *e.* Aiguilles de volume variable isolées ou groupées. — *f.* Lamelles et aiguilles partant de la périphérie d'un amas volumineux ; disposition fréquente (d'après Ch. Robin).

ment entre-croisées ; quelques-unes sont allongées sous forme d'aiguilles, isolées, ou réunies en faisceaux. Quelques cristaux tendent à prendre la forme prismatique. On trouve souvent ces cristaux lamelleux ou aciculaires, formant des groupes plus ou moins volumineux, ou hérissant la périphérie de quelques amas considérables de gouttelettes sphériques.

Ces cristaux ne se trouvent dans aucune autre espèce de taches que celles de fientes de punaises ; ils concourent, avec les gouttelettes desséchées, à leur donner un aspect tout à fait particulier. Lorque les excréments de punaise existent sur des papiers de tenture, la préparation est toujours mêlée de

globules sphériques volumineux de 0mm,05 à 0mm,10 isolés ou réunis, qui sont une des formes confuses de cristallisation de la céruse et de quelques autres carbonates métalliques ou du carbonate calcaire (*loc. cit.*, p. 739).

**Taches produites par les excréments de mouches et de puces** (Robin, Briand et Chaudé, p. 739). — Comme les précédentes, ces taches peuvent être confondues avec des taches de sang. Leur largeur varie d'un demi-millimètre à 1 millimètre environ. Quand on examine ces taches au microscope, on voit qu'elles sont composées d'une matière homogène, amorphe, transparente, incolore, gonflée, puis dissociée ou dissoute par l'eau, tenant empâtés les granules colorants de ces parcelles. Ceux-ci forment presque exclusivement les taches ; ils sont très rapprochés les uns des autres. Leur coloration est variable ; les uns sont d'un brun jaunâtre ou ayant des reflets verdâtres, ou rougeâtres peu prononcés. Tous réfractent fortement la lumière et sont brillants au centre ; comme les globules de matières grasse, ils sont insolubles dans l'eau et dans l'acide acétique, et se dissolvent presque tous dans l'acool chaud et dans l'éther. Quelques petits cristaux courts et aiguillés les accompagnent ; leur composition chimique n'est pas encore déterminée.

**Taches de boue.** — Rien n'est plus variable que la composition de ces taches, on comprend qu'elles présenteront des caractères spéciaux suivant le milieu dans lequel elles auront été produites. Les taches de boue dans une grande ville seront différentes de celles observées à la campagne ; la nature du sol apportera également beaucoup de variété dans leur composition. Les débris végétaux y sont généralement abondants, mais on peut y rencontrer une foule de corps étrangers.

MM. Robin et Tardieu ont examiné ces taches et ont surtout appelé l'attention sur les corpuscules minéraux qu'elles renferment en grande abondance. Ce sont de petits grains anguleux à facettes multiples, disséminés dans la tache. Parmi ces grains, les uns ont un aspect cristallin ; d'autres, au contraire, sont amorphes et de coloration variable, à contours épais et noirâtres. Leur diamètre est extrêmement variable. L'eau ne

les dissout pas ; l'acide acétique ne les attaque que faiblement en dégageant quelques bulles de gaz peu abondantes.

Ces taches peuvent également contenir des grains de charbon qui résistent à l'action des réactifs ; on y rencontre aussi des granulations rougeâtres, peu solubles dans l'acide acétique, mais très solubles dans l'acide chlorhydrique, ce sont très vraisemblablement des particules ferrugineuses.

On peut également y rencontrer des cellules d'épiderme, ainsi que des fragments d'étoffe, de duvet d'oiseau, etc., etc.

---

# CHAPITRE XXIV

## CORPUSCULES ET MIASMES DE L'AIR (1)

Quand un rayon de soleil pénètre dans une pièce relativement peu éclairée, il est d'observation vulgaire que les particules solides de l'atmosphère, animées d'un mouvement incessant sous l'action d'une lumière éclatante, deviennent visibles à l'œil nu. Il suffit d'agiter un objet quelque peu volumineux, de frapper sur une partie quelconque du vêtement pour augmenter le nombre des corpuscules de ce nuage lumineux. Partout où l'air est agité, partout où l'activité et l'industrie humaines sont portées à leur maximum, comme dans nos grandes villes, l'air contient un plus grand nombre encore de corpuscules microscopiques.

L'existence dans l'air de ces nombreux organismes n'avait pas échappé à l'attention des anciens ; toutefois il faut arriver à Lœuwenhoeck, Ehrenberg et Gaultier de Claubry pour trouver les premières recherches intéressantes sur ce sujet. Plus récemment, il faut citer les travaux de F.-A. Pouchet, de

(1) Voir : *Aeroscopie. Les corpuscules et les miasmes de l'air*, par F.-A. Pouchet. Rouen, 1870, et *Les organismes vivants de l'atmosphère* par M. P. Miquel, 1883, ouvrages auxquels nous empruntons les principales conclusions de ce chapitre.

Cunningham, Maddox, Schœnauer, G. Tissandier, E. Jung et Miquel, qui ont jeté de vives lumières sur cette question si intéressante de l'hygiène.

*Méthodes expérimentales.* — Sans nous arrêter à la description des méthodes successivement employées pour recueillir les organismes contenus dans l'air afin de les étudier et d'en supputer le nombre, nous indiquerons seulement les méthodes qui donnent les résultats les plus certains.

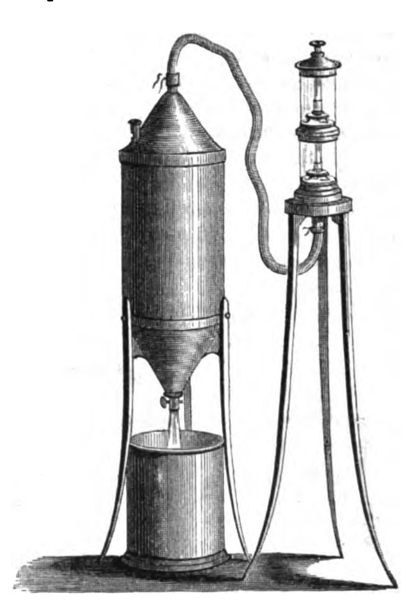


Fig. 469.
Aéroscope de Pouchet. (Grand modèle.)

Miquel, dans l'ouvrage que nous avons cité plus haut, repousse comme insuffisantes les méthodes qui consistent à exposer à l'air des plaques enduites de glycérine, ou encore à recueillir dans un vase stérilisé les eaux météoriques condensées par des mélanges réfrigérants à la surface extérieure d'un ballon de verre flambé. Le barbotement de l'air dans de l'eau bouillie lui paraît également loin d'être irréprochable, car pendant le temps nécessaire pour l'expérience, il se fait dans cette eau de véritables cultures qui altèrent complètement les résultats.

La meilleure méthode consiste à produire un appel d'air au moyen d'un aspirateur et à faire passer cet air sur une lamelle enduite de glycérine ou mieux d'un mélange fait à chaud de deux parties de glycérine, pour une partie de glucose solide (Miquel). Ce mélange très sirupeux a le grand avantage de ne pas altérer sensiblement, même au bout de plusieurs années, la couleur, la forme des pollens et des organismes les plus délicats. L'aéroscope de Pouchet répond parfaitement à ces indications.

*Aéroscope de Pouchet.* — Cet appareil (fig. 469) consiste en un flacon aspirateur rempli d'eau, et par conséquent d'une capacité facile à déterminer. On fait communiquer ce flacon à l'aide d'un tube, soit avec une cloche, ouverte à sa partie supérieure, ou avec un flacon à large ouverture. L'air entre avec plus ou moins de vitesse dans cette cloche ou dans ce flacon, suivant que l'écoulement de l'eau est plus rapide, par un tube effilé à son extrémité inférieure, le tube à entonnoir des appareils de chimie. On fait arriver l'extrémité du tube à peu de distance d'une lamelle porte-objet, sur laquelle on a préalablement déposé une goutte de glycérine, ou mieux du mélange ci-dessus. Les corpuscules contenus dans l'air sont ainsi projetés sur la goutte de glycérine, et peuvent être examinés au microscope et soumis à l'action de différents réactifs. Cet appareil, nous le répétons, est très simple et d'un emploi très commode.

*Méthode de Pasteur.* — Pasteur se sert, comme aspirateur, d'une trompe; on peut employer la trompe d'Alvergniat si l'on dispose d'une pression suffisante. L'air, puisé au dehors par un tube, est reçu sur une petite bourre de coton-poudre qui recueille tous les organismes au passage. Après l'expérience, la bourre de coton-poudre est dissoute dans l'éther, et les poussières recueillies par décantation peuvent être examinées au microscope.

*Collecteur de Miquel* (fig. 470). — Cet instrument qu'on adapte à un aspirateur se compose d'une cloche de cuivre reliée à sa partie supérieure par un tube coudé aux appareils aspirateurs et pourvu inférieurement d'une tige rigide horizontale destinée à la fixer contre un poteau à une distance déterminée du sol. A la partie inférieure de cette cloche, par l'intermédiaire d'un pas de vis interne, se soude la deuxième partie de l'aéroscope qui est formée d'un cône métallique percé d'une fine ouverture, dominé par une potence soutenant un étrier suspendu à une vis micrométrique permettant de rapprocher ou d'éloigner à volonté de l'ouverture supérieure du cône une cannelle de verre retenue dans deux rainures profondes.

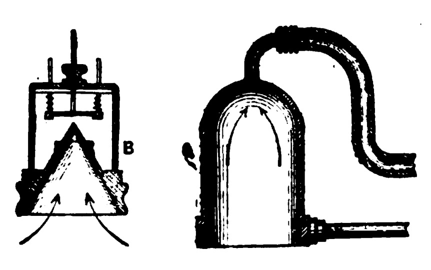



Fig. 470. — Collecteur Miquel.

*Nature des organismes de l'air.* — F.-A. Pouchet divise en deux groupes les corpuscules de l'air : les corpuscules inorganiques et les corpuscules organiques. Ces derniers sont ordinairement représentés par des débris de plantes ou d'animaux, ou bien, plus rarement, par des cadavres entiers de ceux-ci, ou même par des animaux et des végétaux microscopiques, en pleine vie. Les corpuscules inorganiques varient de nature suivant la constitution géologique, les matériaux avec lesquels sont cons-

truits les monuments du pays où l'air est examiné. Dans les localités où abondent les roches calcaires, les parcelles de celles-ci s'y rencontrent en masse. Sur les montagnes volcaniques, on n'observe, au contraire, que des particules provenant des roches qui les constituent, ou des corpuscules de soufre et de cendres lancés par leurs cratères. Dans les villes, ce sont des débris de nos maisons ou des peintures qui les décorent. Parmi les corpuscules inorganiques, dit encore F.-A. Pouchet, la *silice*, par son abondance, doit être placée au premier rang. Elle présente partout où on la rencontre des caractères certains. Sous le microscope, elle ressemble absolument à de petits fragments de verre brisé; elle en présente les arêtes tranchantes, les pointes acérées et la transparence. D'après cet observateur, on en rencontre en si grande quantité dans l'atmosphère des grandes routes, que l'on s'étonne qu'on y puisse vivre, et que ces corpuscules acérés et tranchants pénètrent impunément dans le tissu délicat de nos poumons sans le déchirer. Parmi ces parcelles de silice, il y en a qui atteignent des dimensions assez considérables; F.-A. Pouchet en a rencontré qui ne mesurent pas moins de $0^{mm},040$; il est vrai qu'à côté de ces éléments, il en est d'autres d'une extrême ténuité, qui n'apparaissent au plus fort grossissement que sous la forme de granules sphériques et transparents. F.-A. Pouchet n'hésite pas à croire que ce sont ces particules de silice que les partisans de la panspermie ont prises pour des œufs et des spores.

On retrouve la même diversité dans les corpuscules de nature organique. Ce sont les débris de végétaux qui dominent dans les forêts et dans les plaines; dans les villes, au contraire, ce sont principalement des parcelles de nos vêtements, de nos aliments, ainsi que tout ce qui forme la base de l'industrie et du commerce. Ce qui domine par dessus tout dans l'atmosphère des villes, d'après F.-A. Pouchet, c'est la *fécule*. On la rencontre sous les trois états suivants : *fécule normale*, *fécule bleue* et *fécule panifiée*. La fécule normale n'a perdu aucun de ses caractères physiques ou chimiques. Certains observateurs inexercés avaient également pris ces grains microscopiques de fécule pour des œufs d'animalcules.

Cette fécule est tellement abondante dans la poussière des villes, qu'il suffit de brosser un peu notre peau, ou de secouer nos vêtements ou notre chevelure pour en recueillir. Les feuilles des arbres en ont toute leur surface parsemée, les insectes citadins en ont très souvent un bon nombre de grains retenus par leurs poils. Si la fécule est très abondante, partout où l'on fait usage de farine de blé, les grands courants aériens la transportent à des hauteurs et à des distances considérables. C'est ainsi que F.-A. Pouchet en a recueilli au sommet du mont Blanc. « J'en ai rencontré (p. 13, *loc. cit.*) dans les plus inaccessibles détours de nos vieilles cathédrales gothiques, mêlée à de la poussière noircie par les siècles. J'en ai aussi rencontré dans les palais ou les hypogées de la Thébaïde, où elle datait peut-être de l'époque des Pharaons. Ici, j'en ai même trouvé qui s'était insinuée à l'intérieur du crâne de certains ani-

maux embaumés. Douée d'une puissance prodigieuse de conservation, les années semblent à peine l'altérer. Seulement celle qui remonte à une haute antiquité est moins lisse que la fécule récente. L'iode lui donne une teinte bleue plus foncée, et elle polarise moins bien la lumière. »

La fécule bleue est au contraire assez rare et on ne la rencontre guère que dans la poussière des vieux monuments et dans la fécule que la neige a enlevée aux hautes régions de l'atmosphère. Pouchet émet l'hypothèse que cette coloration pourrait être attribuée à l'iode.

La fécule panifiée est au contraire très abondante dans l'atmosphère des villes; elle erre dans les tourbillons, dit Pouchet, comme autant de miettes de pain microscopiques, qu'un observateur exercé discerne sans s'y méprendre.

Quant aux fils détachés des étoffes qui nous servent de vêtements, leur nature varie également suivant le milieu où l'observation est faite; la soie, la laine teinte de couleurs plus ou moins vives, ou des filaments grossiers de couleurs sombres, peuvent être rencontrés.

Dans l'atmosphère des villes, surtout dans celles qui ont une industrie active, on rencontre des fragments microscopiques de charbon. On reconnaît facilement ces flocons de charbon à leur couleur et aux réactions négatives que nous avons déjà données. F.-A. Pouchet prétend même qu'avec l'habitude on discerne parfaitement les particules charbonneuses qui proviennent du bois de celles de la houille. Cet auteur, à propos des œufs et des spores contenus dans l'air, s'exprime ainsi :

« L'air dans lequel nous avons si souvent découvert des cadavres d'animaux microscopiques, à plus forte raison doit-il évidemment charrier quelques œufs et quelques spores; et si parfois nous n'eussions pas surpris ceux-ci dans nos instruments, nous en admettrions l'existence *à priori*. Il le faut évidemment, mais ces œufs et ces spores n'y figurent qu'en si infime nombre, qu'on n'en rencontre que par exception. »

Cette dernière assertion de Pouchet concernant le très petit nombre des spores contenues dans l'air atmosphérique n'a pas été confirmée. Les observations de Pasteur ont établi que les spores cryptogamiques sont fort répandues dans l'air. Nous verrons qu'il y existe également de nombreuses espèces de bactéries dont les méthodes de culture actuellement employées ont permis de déceler la présence.

**Poussières inorganiques.** — La nature et les dimensions de ces poussières sont extrêmement variables. Tissandier, qui s'est livré à des mensurations de ces poussières, est arrivé aux résultats suivants : quand elles sont formées de débris d'étoffes, de bois, de charbon, elles atteignent parfois une longueur de 1/10 de millimètre et plus; quand elles sont constituées par des matières minérales, silice, calcaire, ar-

gile, leur diamètre varie de 1/100 à 1/1000 de millimètre et au-dessous.

On s'est demandé par quel mécanisme les particules atmosphériques, généralement plus denses que l'air, pouvaient rester en suspension dans l'atmosphère. Le calcul démontre, dit M. Tissandier, que des grains minéraux de très petite dimension, 1/100 de millimètre de diamètre par exemple, tombent encore avec une vitesse assez considérable, soit $0^{m},66$ par seconde, pour la silice en supposant une forme sphérique. Voici quelle est l'opinion donnée par Nysten : La densité des poussières, bien qu'elle soit supérieure à celle de l'air, est diminuée par la couche gazeuse, adhérente par capillarité à la surface des objets de très petite dimension, laquelle fait corps avec eux et les suit dans leurs mouvements; il résulte de cette particularité, que l'impulsion de l'air en mouvement les entraîne et les soulève facilement, et elles vont se déposer dans les lieux où l'air est calme. (Robin et Littré, *Dictionnaire*.)

**Des corpuscules ferrugineux et magnétiques contenus dans l'atmosphère** (Tissandier, *loc. cit.*, p. 33).

Le mode opératoire suivant a été observé par M. Tissandier, pour isoler les poussières atmosphériques, les corpuscules ferrugineux ou magnétiques. Plaçant les poussières sur une feuille de papier glacé, il y promène un aimant dans tous les sens et à plusieurs reprises, un grand nombre de corpuscules adhèrent à l'aimant. On les fait tomber à l'aide d'un pinceau sur une autre feuille de papier; puis, s'aidant d'une loupe, on approche de ces poussières un second aimant. Un certain nombre s'y précipitent violemment, tandis que celles qui n'avaient été retenues que par adhérence, grâce à leur ténuité, restent sur le papier. Pour leur examen, M. Tissandier emploie un grossissement de 500 diamètres. Cet auteur divise ainsi ces particules attirables à l'aimant : des fragments grisâtres amorphes, de 1/10 à 1/20 de millimètre; des particules noires et opaques mamelonnées, beaucoup plus petites, de 5/100 à 1/100 de millimètre ; particules fibreuses de même grandeur; corpuscules noirs et opaques parfaitement sphériques de 2/100 à 1/100 de millimètre de diamètre, environ; corpuscules sphériques semblables, munis d'un petit



Fig. 471. — Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans le sédiment de la neige du mont Blanc, à 2,709 mètres d'altitude, 500/1, juillet 1874. (G. Tissandier.)

goulot. Ces corpuscules sont essentiellement formés de fer ; M. Tissandier les a rencontrés dans presque toutes les poussières atmosphériques qu'il a examinées, aussi bien dans la neige recueillie au sommet du mont Blanc, que dans le sédiment d'eaux de pluies recueillies pendant plusieurs mois à l'observatoire météréologique de Sainte-Marie du Mont (Manche).



**Fig. 472. — Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans le sédiment de la pluie tombée à Sainte-Marie du Mont (Manche) le 11 juin 1875, 500/1. (G. Tissandier.)**

M. Yung a présenté à l'Académie des sciences une note qui confirme les résultats obtenus par M. Tissandier. En voici les principales conclusions : 1° le fer existe dans toutes les poussières accumulées depuis des siècles dans les clochers d'église ; 2° ce fer flottant dans l'atmosphère est entraîné par la neige dans sa chute, nous l'y avons retrouvé dans tous les cas par les procédés chimiques ; 3° nous n'avons pas rencontré dans les résidus de neige le fer avec la forme globulaire, mais toujours en fragments irréguliers ; 4° le fer est toujours en plus forte proportion dans les neiges des régions inférieures, que dans celles recueillies à de plus grandes altitudes.

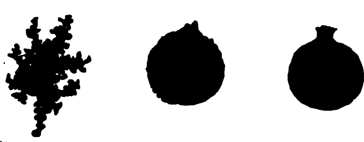


**Fig. 473. — Corpuscules attirés par l'aimant recueillis dans la poussière apportée par le vent dans une des tours de Notre-Dame fermée aux visiteurs, 500/1. (G. Tissandier.)**

L'auteur, en suivant le procédé donné par M. Chatin, pour la recherche de minimes quantités d'iode, n'a pas réussi à constater la présence de ce métalloïde dans les neiges qu'il a examinées. Il se propose de poursuivre ses recherches sur des masses de neige plus considérables, afin d'y constater, s'il y a lieu, la présence du nickel, du cobalt, du phosphore, comme M. Nordenskiöld l'a fait pour les glaces polaires.

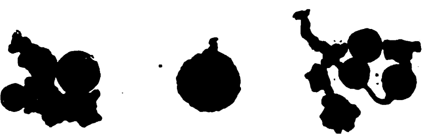


**Fig. 474. — Corpuscules attirés par l'aimant recueillis dans la poussière apportée par le vent dans une des tours de Notre-Dame fermée aux visiteurs. 500/1. (G. Tissandier.)**

M. Tissandier a étudié avec beaucoup de soin l'origine de ces poussières ferrugineuses, et il a rapporté un certain nombre d'exemples de chute ou de découverte de ces poussières. Si les pluies de poussière proviennent le plus souvent du sable fin des plages terrestres, il en existe d'autres qui proviennent incontestablement des débris pulvérisés des *météorites*.

Ces parcelles ferrugineuses peuvent provenir d'une masse de fer

météorique, rendue incandescente par son frottement dans les couches aériennes ; elles peuvent encore provenir de la fusion superficielle des météorites et de leur désagrégation. Nous donnons ci-contre, d'après M. Tissandier, la figure d'aérolithes microscopiques très grossis, recueillis dans les circonstances suivantes : pendant une traversée du navire *Josiah-Bates* dans les eaux de la mer des Indes, au sud de Java, on vit tomber sur le pont une fine poussière que le capitaine recueillit et qui fut examinée par Maury et Ehrenberg. Ces ampoules solidifiées et creuses étaient formées de fer et d'oxyde de fer.

M. Tissandier a repris l'étude des corpuscules atmosphériques, et les a comparés à des fragments détachés de la surface des météorites. Les formes en sont variables, comme le montrent les figures données par

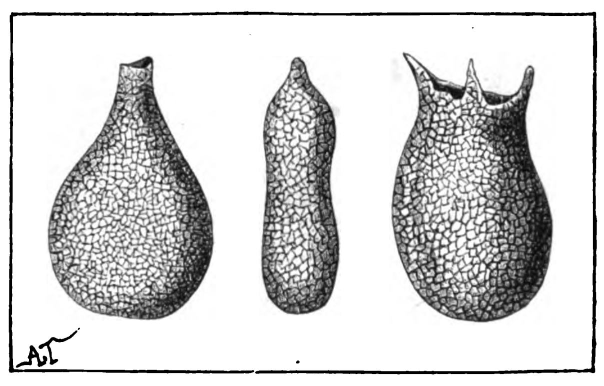


Fig. 475. — Aérolithes microscopiques très grossis (d'après Ehrenberg).

l'auteur. Examinant au microscope des particules ferrugineuses obtenues par le grattage de la surface de météorites authentiques, provenant de la collection du Muséum, M. Tissandier a trouvé des parcelles globulaires et mamelonnées. Ces faits démontreraient donc que, parmi les poussières ferrugineuses, il en est un grand nombre qui proviennent des météorites et des étoiles filantes. « On peut supposer que ces masses métalliques, dans leur passage au sein des espaces, se brisent en nombreux fragments, font jaillir autour d'elles des particules incandescentes de fer métallique, dont les plus petits débris, entraînés dans toutes les régions de l'air par les courants atmosphériques, tombent à la surface entière du globe, sous forme d'oxyde de fer magnétique, plus ou moins complètement fondu. La traînée lumineuse des étoiles filantes serait due à la combustion de ces innombrables particules, offrant l'aspect des étincelles de feu qui jaillissent d'un ruban de fer quand on le brûle dans l'oxygène. » (*Loc. cit.*, p. 53.)

Un grand nombre de particules atmosphériques ferrugineuses ont une

origine terrestre. En effet, des parcelles de fer prennent en brûlant la forme sphérique, et une masse de fer volumineuse, en se combinant au rouge avec l'oxygène, peut se diviser en fragments globulaires microscopiques. L'hydrogène enflammé donne également des sphérules avec de la fine limaille de fer. Les particules ferrugineuses que l'on détache en battant le briquet ont également la forme sphérique.

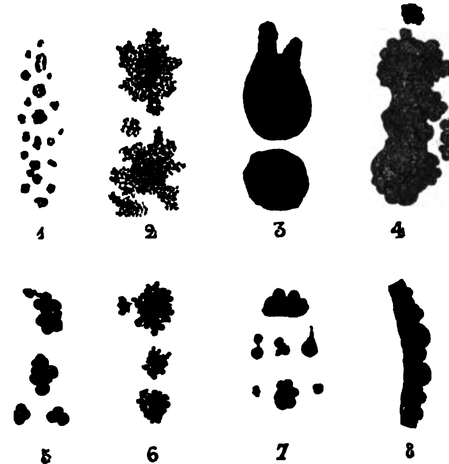



Fig. 476. — Corpuscules ferrugineux atmosphériques et fragments détachés de la surface de météorites (G. Tissandier). — 1. Fragments très noirs et amorphes. — 2. Grains extrêmement petits groupés en amas compacts (rare). — 3. Volume plus considérable ; surface rugueuse et mamelonnée (4). — 5. Parcelles globulaires et mamelonnées. — 6. Grains noirs très petits. — 7. Grains sphériques. — 8. Mamelons arrondis.

Une source abondante et terrestre de poussières ferrugineuses, c'est encore la fumée des usines aux environs desquelles on recueille sur le sol des globules d'oxyde de fer magnétique. La terre arable, le limon du Nil, le sable de la mer, renferment également des parcelles magnétiques.

Bien que des arguments sérieux militent en faveur de l'origine terrestre des globules magnétiques, il est difficile, dit M. Tissandier, d'attribuer à cette origine l'immense quantité de sphérules que présentent les poussières ramassées dans les lieux les plus distants et dans les situations les plus diverses. C'est ainsi que l'étude des sables rapportés par la drague du fond de la mer a fourni de nouveaux exemples à l'appui de cette dernière opinion.

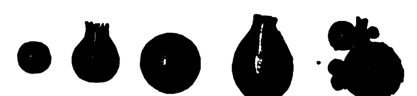


Fig. 477. — Globules d'oxyde de fer magnétique obtenus en faisant brûler de la fine limaille de fer dans une flamme d'hydrogène, 500/1. (G. Tissandier.)

M. l'amiral Serres a recueilli des sédiments marins qu'il a donnés au Muséum. Les globules n'y font pas défaut; on les trouve même avec une abondance extrême dans le sable qui fait le fond de la baie de la Possession (fig. 478); ils y atteignent 0mm,056 de diamètre.

Dans différents échantillons de sables recueillis par M. le commandant Mouchez, sur les côtes d'Algérie, à des profondeurs diverses, on a trouvé de nombreux globules magnétiques.

MM. Stanislas Meunier et Gaston Tissandier ont trouvé d'abondantes et belles sphérules dans le sable extrait du puits artésien de Grenelle, à 569 mètres au-dessous de la surface du sol, et qui appartient au gault. Leurs dimensions varient de 0mm,007 à 0mm,020 (fig. 479).

En résumé, ces observations montrent que les sédiments actuels de la mer, comme ceux des océans géologiques, renferment des globules semblables aux sphérules que l'atmosphère laisse constamment tomber à la surface de la terre. Ils n'ont aucun caractère différentiel, et l'on est

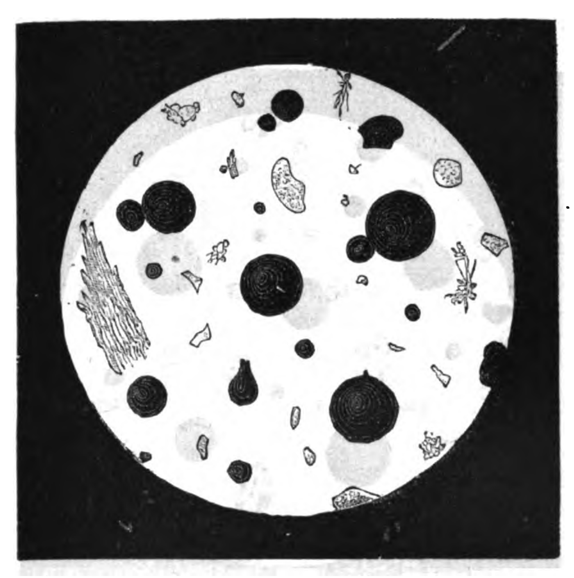


Fig. 478. — Sphérules magnétiques recueillies dans le sable du fond de la baie de la Possession (Amérique du Sud), vues au microscopes. Grossissement 500/1.

autorisé à les identifier entre eux. Il faut donc reconnaître que les couches du globe renferment des matériaux d'origine cosmique dont la chute remonte parfois à un passé des plus reculés. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXXVI, p. 450.)

**Semences aériennes des Cryptogames.** — La couleur et la forme des spores atmosphériques varient dans de grandes proportions ; rouges, jaunes, olives, brunes ou quelquefois noires, elles sont sphériques, ovoïdes, fusiformes ou spiroïdes et parfois en croissant. « Il est tout à fait exceptionnel, dit Miquel, de rencontrer dans l'air de nos régions ces algues élégantes et rigides connues sous le nom de *diatomées* et *desmidiées*, et, en

général, les représentants des végétaux vivant en eau profonde ; par contre, les *protococcus* et les *chlorococcus* que l'on voit envahir les toits des maisons, les murs et la terre humide, sont remarquablement plus fréquents en toute saison ». Les conditions de température et l'état hygrométrique de l'air interviennent, d'ailleurs, pour une grande part dans les proportions quantitatives et dans la nature des semences aériennes des Cryptogames. Pendant l'hiver, elles sont « habituellement



Fig. 479. — Sphérules magnétiques recueillies dans les mottes de sable du puits de Grenelle, vues au microscope. Grossissement 500/1.

vieilles et rares; leur forme est le plus ordinairement sphérique ou ellipsoïdale, leur contour est marqué par un cercle noir très apparent, leur couleur est foncée et leur contenu est souvent granuleux. La température douce qui règne presque toujours en avril et en mai, donne un premier essor à la végétation cryptogamique, et l'atmosphère se charge, vers cette époque, de jeunes spores diversement colorées qu'accompagnent de nombreuses semences conidiformes incolores. Plus tard, en juin, apparaissent les grosses fructifications qui per-

sistent durant tout l'été et une grande partie de l'automne pour se faire, en hiver, aussi rares que le pollen ». Voici, d'ailleurs, un tableau que nous empruntons à l'ouvrage de M. Miquel et qui résume bien les caractères saillants des poussières atmosphériques recueillies à l'air libre, à l'intérieur des maisons et des égouts :

*Principaux caractères des poussières atmosphériques.*

| Récoltées | | SPORES CRYPTOGAMIQUES. Jeunes | Vieilles | Pollens | Corpuscules minéraux |
|---|---|---|---|---|---|
| 1° En été | Temps humide | Nombreuses | Rares | Fréquents | Rares |
| | Temps sec | Rares | Fréquentes | Fréquents | Abondants |
| 2° En hiver | Temps humide | Rares | Rares | Nuls | Rares |
| | Temps sec | Nulles | Fréquentes | Très rares | Abondants |
| 3° Dans l'intérieur des habitations et des hôpitaux | | Très rares | Fréquentes | Très rares | Excessiv. abondants |
| 4° Dans les égouts | | Nombreuses | Rares | Nuls | Rares et homogènes |

On voit, d'après cela, qu'en été l'humidité de l'atmosphère produite par les pluies, favorisant le développement des végétaux inférieurs, il se produit un rajeunissement des vieux mycéliums qui ne tardent pas à entrer en activité, à fructifier et à livrer à l'atmosphère leurs nombreuses semences. C'est ainsi que M. Miquel explique comment il se fait que l'air, dans la saison chaude, est chargé de spores cryptogamiques après les pluies. Est-ce à dire, ajoute-t-il, que la pluie et la neige n'entraînent pas vers le sol la majeure partie des germes de l'air? Non, sans doute, et la preuve en est dans ce fait que les poussières minérales restent rares jusqu'à la disparition de l'humidité qui fait adhérer la majeure partie des corpuscules aux brins d'herbe et au sol mouillé ; mais pendant les saisons chaudes, quinze à dix-huit heures après cette épuration mécanique de l'air, les semences réapparaissent cinq à dix fois plus nombreuses. Que la pluie, la neige, la grêle servent à l'épuration *momentanée* de l'air, les preuves en sont nombreuses.

Le 24 février 1860, Pouchet, ayant observé l'eau résultant de la fusion de la neige tombée à Rouen, y trouva en abondance des parcelles de fumée, de la fécule de blé, une matière verte organisée, provenant, d'après lui, de l'enduit verdâtre qui recouvrait le monument où cette neige avait

été recueillie ; des grains de silice, de calcaire, de ces infusoires enkystés ou œufs de 0,0325 de diamètre, trois navicules, trois bacillaires et deux



Fig. 480. — Môle A. Poussières de la neige du Môle, ramassées le 24 février 1878. (Yung.)

bactériums, quelques grains de pollen, des filaments de laine, et un brin de duvet d'oiseau.

Gaston Tissandier (*loc. cit.*, p. 20) a reconnu dans la neige tombée en France, du 16 décembre 1874 au 25 du même mois, la présence de sub-

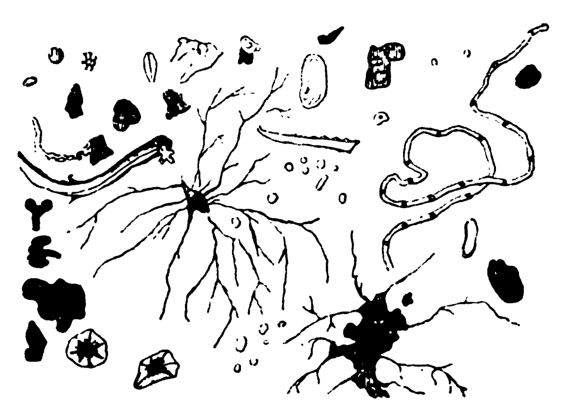


Fig. 481. — Môle B. Neige ramassée au Môle le 24 février 1878. (Yung.)

stances étrangères très abondantes, et mettant en évidence l'existence de matières salines étrangères. On recueillit au sommet des tours de Notre-Dame les premières neiges du 16 décembre 1874, en ayant soin de ne prélever que les couches superficielles, n'offrant aucun contact avec

les objets terrestres. Un goutte d'eau obtenue par la fusion de cette neige examinée au microscope, avec un grossissement de 500 diamètres,



Fig. 482. — Môle C. Poussières contenues dans la neige ramassée au Môle le 25 février 1878. (Yung.)

renfermait un nombre considérable de corpuscules. Il en fut à peu près de même pour une goutte d'eau provenant de la campagne.

G. Tissandier a analysé chimiquement le résidu de l'évaporation de l'eau provenant de la neige.

Déjà, M. Boussingault, dans les analyses d'eau de neige, avait re-

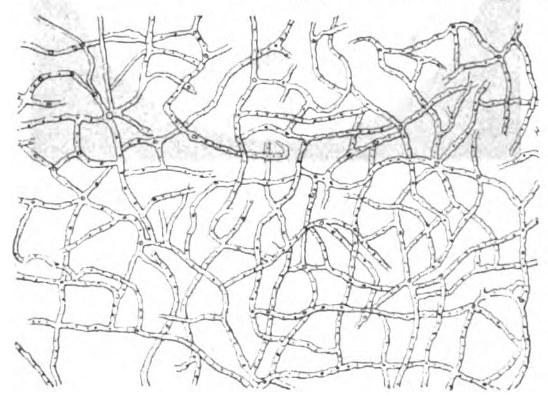


Fig. 483. — Môle D. Végétation observée au microscope dans la neige du Môle, après quatre jours en vase clos dans le laboratoire. (Yung.)

connu la présence du nitrate d'ammoniaque et l'avait dosé. G. Tissandier a mis en évidence la présence de ce composé par une méthode qu'il décrit ainsi : « Si l'on verse une goutte d'eau de neige sur une lamelle de verre et qu'on la laisse s'évaporer spontanément dans un air dessé-

ché, on aperçoit au microscope, dans le résidu obtenu, des cristallisations très remarquables : tantôt ce sont de longues aiguilles, extrêmement minces, entremêlées de prismes droits à base hexagonale qui prennent naissance ; tantôt on aperçoit des étoiles à six branches et des cristallisations aux contours indécis, ou les prismes se détachent d'une tige centrale, pour servir de bases à d'autres dentelures. Les figures ci-jointes (p. 755) ont été dessinées par M. Tissandier sous un grossissement de 500 D.

Pendant que les cristaux abandonnés par l'eau de neige se réunissent vers les bords extérieurs de la goutte, les corpuscules se rassemblent au centre. Ces cristaux, dit M. Tissandier, sont bien formés par du nitrate d'ammoniaque ; ils se dissolvent dans l'alcool, se décomposent par

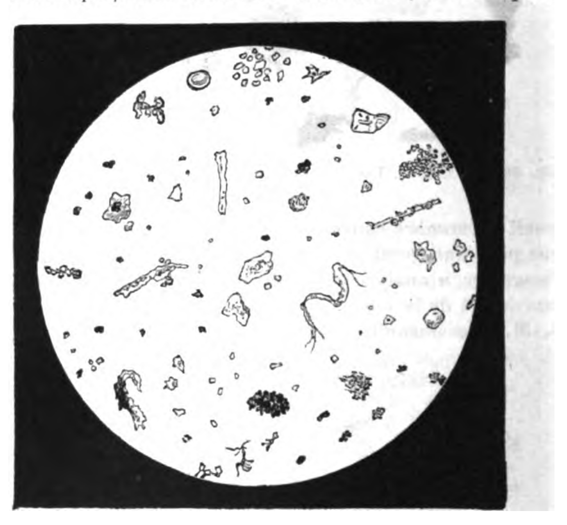


Fig. 484. — Goutte d'eau de neige vue au microscope, 500/1. (G. Tissandier.)

la chaleur sans laisser de résidu, et renferment de l'acide nitrique et de l'ammoniaque. Outre ces cristaux de nitrate d'ammoniaque, M. Tissandier a vu aussi quelquefois des cubes nettement définis qui appartenaient probablement au chlorure de sodium. Cet observateur a vu également des prismes à quatre faces, qu'il n'a pas déterminés ; toutefois ses observations tendraient à les lui faire considérer comme du sulfate de soude (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 4 janvier 1875, et *loc. cit.*, p. 24). La figure 487 représente des cristaux obtenus à l'observatoire de Sainte-Marie du Mont. Ces cristaux sont finement dentelés ; ils ont l'aspect de fougères ou de plumules d'une grande délicatesse ; il y a aussi de petits cristaux légèrement arrondis sur leurs angles et gracieusement ramifiés, des croix hexagonales à six branches, etc. Ces cristaux déliquescents ne tardent pas à perdre leur forme sous l'influence de

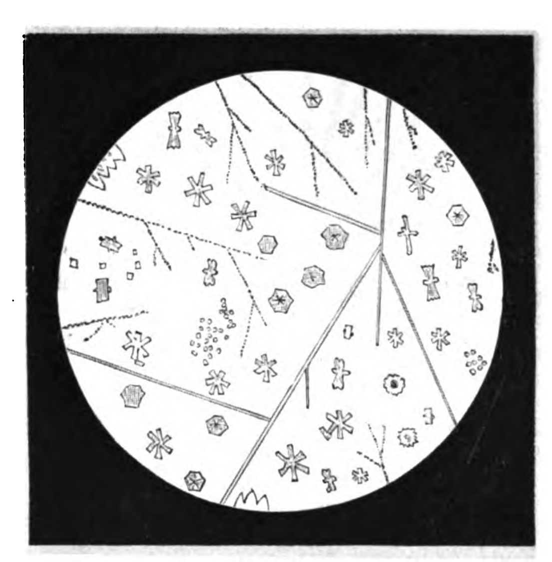


Fig. 485. — Cristallisations obtenues par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige, 500/1 (nitrate d'ammoniaque). (G. Tissandier.)

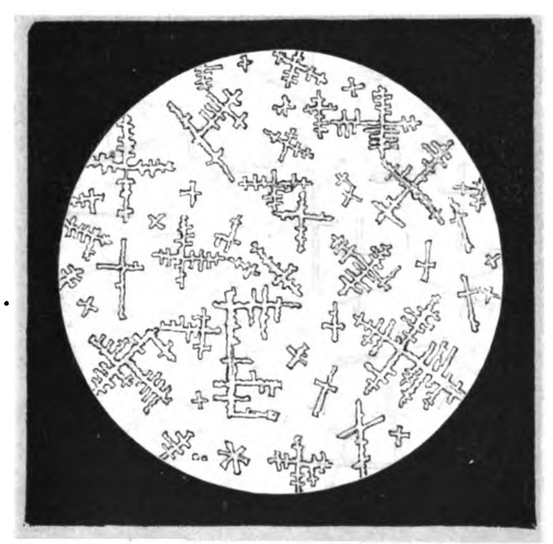


Fig. 486. — Cristallisations obtenues par l'évaporation d'une goutte de neige, 500/1 (nitrate d'ammoniaque). (G. Tissandier.)

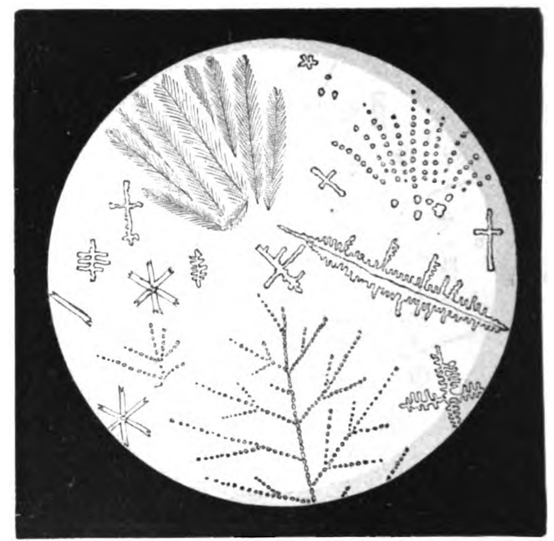


**Fig. 487. — Cristallisations obtenues à sec par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige, 500/2. (G. Tissandier.)**

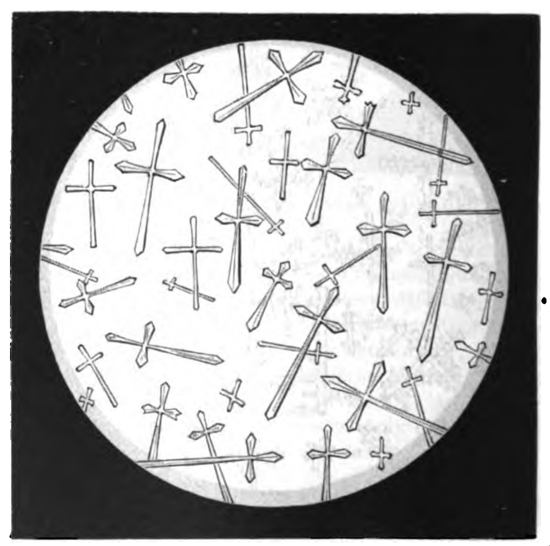


**Fig. 488. — Cristallisations obtenues à sec par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige, 500/1 (nitrate d'ammoniaque). (G. Tissandier.)**

l'humidité de l'air. On a pu toutefois en fixer quelques groupements par la photo-micrographie.

On trouvera représentée dans la figure 488 une cristallisation très remarquable de nitrate d'ammoniaque obtenue par l'évaporation d'eau de neige.

C'est en vain que M. E. Tissandier a essayé de reproduire artificiellement ces formes cristallines de l'azotate d'ammoniaque, il n'a jamais obtenu que des cristaux uniformes. Cet auteur attribue le mode de cristallisation particulière du nitrate d'ammoniaque, dans les eaux météoriques, à une certaine quantité de matières organiques que ces eaux contiennent.

En juillet 1876, M. G. Tissandier examina au microscope de l'eau abandonnée par la fusion de la *grêle*. Il y trouva diverses algues, divers infusoires, sans mouvements lorsque l'observation fut faite; des corpuscules organisés sphériques; d'autres corpuscules très abondants, animés d'un fort mouvement de trépidation. Il y avait en outre des globules sphériques, d'une transparence complète, et qui étaient constitués par une substance ayant l'apparence gélatineuse. Après l'évaporation du liquide, M. Tissandier vit un de ces globules se contracter, sous le contact d'un petit corpuscule pierreux. Il rapproche cette observation du fait suivant rapporté par Ehrenberg : « Un administrateur de la pharmacie Hocpen, près de Bielefeld, m'a appris que le 14 janvier 1860, M. le docteur Stohlmann avait recueilli une poussière brune, dont la neige était chargée. L'ayant examinée au microscope, il y trouva, à côté de petits cristaux en quartz, des animalcules vivants, de forme sphérique, dont les plus grands avaient la forme d'une lentille. Ce n'étaient pas des Infusoires; je ne fus pas moins surpris à l'idée d'êtres organiques vivant dans la neige fondue (1). »

**Neige rouge.** — En 1863, M. le professeur Bouis a observé une pluie et une neige rouges tombées dans l'Ariège, les Pyrénées-Orientales et en Espagne, dans la basse Catalogne, l'Aragon, etc.; les flocons de neige étaient parfois si rouges, qu'on les croyait teintés de sang. Le vent soufflait du sud. La terre, desséchée à l'air, est jaunâtre; humectée, elle devient rouge-brique. L'examen microscopique n'a montré que quelques rares débris microscopiques. M. Bouis a fait une analyse chimique de ces poussières (M. Tissandier, *loc. cit.*, p. 82, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LVI, 1863, p. 972).

Antérieurement, 1846 (V. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIV, 1847, p. 810), M. Decaisne avait examiné une pluie terreuse; il y a observé une assez grande quantité de cor-

(1) G. Tissandier, *loc. cit.*, p. 30. — *Bericht über die mur Bekauntnachung geeigneten Verhandlungen der Königlz. Preuss. Akademia der Wissenschaften zu Berlin.* 1860.

puscules organisés, qu'il considère comme d'origine végétale; « ce sont des *ruastrums*, quelques clostéridées, des granules « de matière verte, etc.; puis enfin, quelques débris d'Infu- « soires qui disparaissent en les soumettant à l'action de l'am- « moniaque. »

M. Tissandier a examiné au microscope un échantillon d'une pluie de poussière tombée à Boulogne-sur-Mer, le 2 décembre 1876. Un grossissement de 80 diamètres lui a fait voir que la matière organique qu'elle contenait était essentiellement formée de débris de différentes espèces d'Algues microscopiques; ils se trouvaient mélangés avec des grains de silice



Fig. 489. — Sable de la Manche, 80/1. (G. Tissandier.)



Fig. 490. — Poussière tombée à Boulogne-sur-Mer, 9 octobre 1876. (G. Tissandier.)

et de calcaire de 1/30 à 2/50 de millimètre de diamètre environ. Ayant examiné de la même façon le sable de la plage, M. Tissandier a vu qu'il était constitué par des grains minéraux 8 ou 10 fois plus volumineux, mais entre lesquels il en existait d'autres, très petits, entremêlés de fragments d'Algues semblables à ceux de la pluie de poussières. D'après M. Tissandier, les tourbillons de vent, en soufflant sur la plage, ont enlevé dans leurs mouvements de rotation les corpuscules les plus fins du sable, et ont ainsi opéré une véritable extraction des parcelles les plus ténues et les plus légères qu'il contenait.

**Pluies de poussières.** — Depuis la plus haute antiquité, il est fait mention de pluies de poussières diversement colorées: il est fait mention de pluies de sang dans Homère, et de nos jours, dit M. Tissandier, il est des paysans qui croient encore à la réalité des phénomènes dus à la chute de poussières rougeâtres, très fines et de nature ferrugineuse. Sous l'influence de courants atmosphériques très violents, le sable des déserts peut être emporté à une très grande distance. M. Tissandier

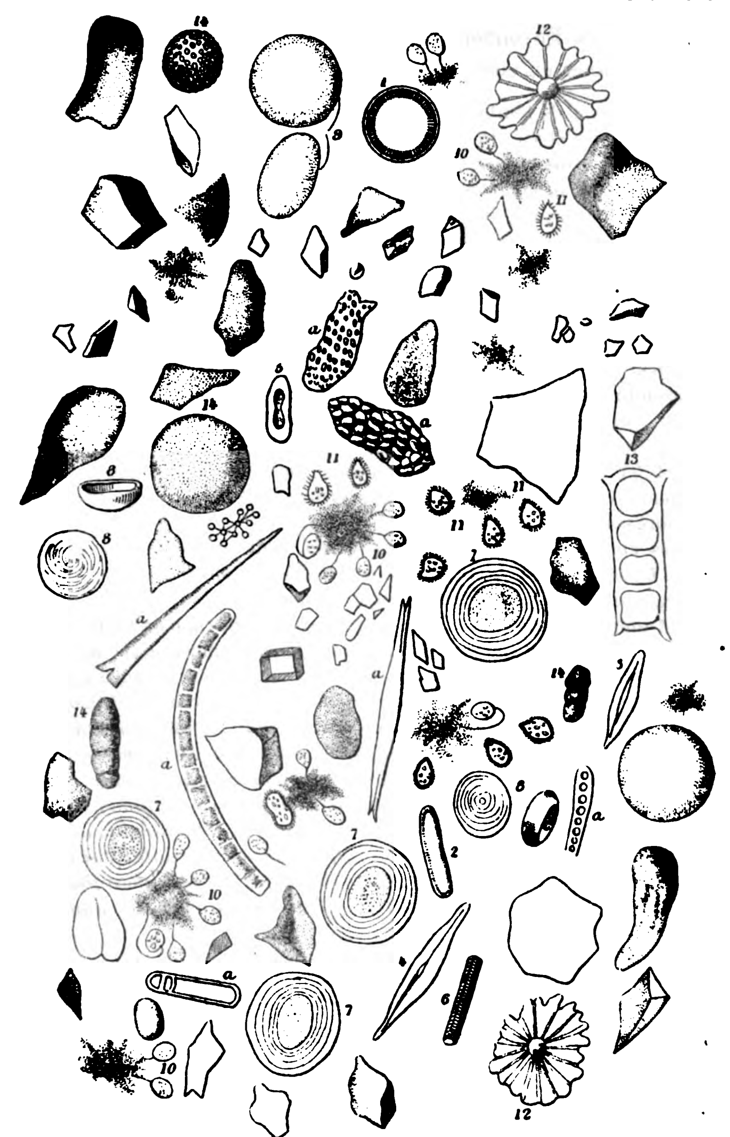


Fig. 491. — Poussières tombées en Sicile, vues au microscope (grossissement 300 diamètres). Dessin de M. O. Silvestri — 1. *Gallionella crenata*, Ehr. — 2. *Sinedra entomon*, Ehr. — 3. *Pinnularia intermedia*, Silv. — 4. *Navicula fulva*, Ehr. — 5. *Lithostilidium*

donne d'après Ehrenberg de nombreux exemples de ces phénomènes, nous en citerons seulement quelques-uns.

Le transport à de lointaines distances des poussières explique comment, parmi les êtres organisés que l'on trouve dans ces poussières, il en est qui appartiennent à des pays très éloignés. Ehrenberg, examinant des échantillons de neige rouge tombée dans le canton des Grisons, près du passage Bernardin, le 4 février 1851, y trouva des formes américaines, le *Desmogonium guyanense* (?) et l'*Himantidium papilio*. Dans une pluie de poussières tombée en 1834 sur les confins de la Russie et de la Chine, le conseiller d'État Weissen, de Saint-Pétersbourg, ne trouva pas de formes sibériennes, mais rien que des formes exotiques. Quelquefois ces pluies de poussières sont d'origine purement végétale; c'est ainsi que le 1er mai 1856 à Changhaï, en Chine, il tomba une pluie qui assombrit le jour et que l'on reconnut être composée du duvet de la semence du peuplier. En 1862, Ehrenberg analysa une poussière rouge qui était tombée sur un navire allemand, par 24° ou 25° de latitude nord, et 35° ou 36° de longitude à l'ouest du méridien de Greenwich. Cette poussière renfermait cinquante formes organiques et quatre formes inorganiques.

De ces cinquante-quatre formes, il n'y en avait qu'une qui fût inconnue, le *Lithostylidium divitis*, parcelle d'herbe siliceuse; toutes ces formes organiques sont d'origine terrestre; aucune ne provient de la mer. Vingt et une formes à écaille siliceuse peuvent à la rigueur vivre et se reproduire dans l'air; quant aux vingt-sept formes siliceuses, ce ne sont que des débris d'organismes morts. Dans un échantillon de neige rouge, Ehrenberg, outre différentes formes organiques, découvrit une *Discoplea atmosphærica* que l'on n'avait jamais encore vue vivante en Europe. Voici d'après cet éminent observateur la nomenclature des espèces trouvées dans les analyses de poussières faites par lui : *Cryptomonas*, *Discoplea atlantica*, *Eunotia amphioxys*, *Gallionnella procera*, *Gallionnella tenerrima*, *Sphœrella nivalis*, *Gallionnella granulata*, *Lithostylidium læve*, *Lithostylidium rude*, *Gallionnella crenata*, *Gallionnella tæniata*, *Discoplea atmosphærica*, *Pinnularia borealis*, *Amphidiscus truncatus*, *Lithostylidium crenulatum*, *Gallionnella distans*, *Lithostylidium biconcavum*, *Clepsammidium conicum*, etc., etc.

**Pluies de cendres volcaniques.** — Sous l'influence des éruptions volcaniques, des masses énormes de cendres sont projetées dans l'atmosphère, elles vont souvent retomber très

*Clepsammidium*, Ehr. — 6. *Spongolithis striata*, Silv. — 7. *Protococcus meteoricus*, Silv. — 8. *Protococcus meniscus*, Silv. — 9. *Protococcus simplex*, Silv. — 10. *Vorticella convallaria*, Ehr. — 11. *Cyclidium solitarium*, Silv. — 12. Petite étoile appartenant à un organe végétal. — 13. Fragment de Conferve (*Gallionella lyrata* (?), Ehr.). — 14. Fructifications de formes variées. — *a*, *a*, *a*. Fragments de Conferve, épiderme, fibre de plante phanérogame. — Les fragments angulaires représentent la partie minérale de la poussière. Les amas grumeleux répandus çà et là sont formés d'une substance organique.

loin de leur point d'émission et couvrent des régions entières. « De nombreux exemples, dit M. Daubrée (Tissandier, p. 99), témoignent du transport dans l'atmosphère, jusqu'à de grandes distances, de cendres volcaniques, de sables et de poussières diverses, telles que les cendres provenant d'incendies. Je me bornerai à rappeler le sable qui s'est abattu, le 7 février 1863, sur la partie occidentale des îles Canaries et qui a été, selon toute probabilité, transporté du Sahara sur plus de 32 myriamètres. Plus récemment, la cendre de l'incendie de la ville de Chicago est arrivée aux Açores le quatrième jour après le commencement de la catastrophe ; en même temps on avait senti une odeur empyreumatique qui avait fait dire aux Açoriens que quelque grande forêt brûlait probablement sur le continent africain... »

On sait que le célèbre brouillard sec qui, en 1783, couvrit pendant trois mois presque toute l'Europe, après avoir d'abord paru à Copenhague, où il persista 126 jours, avait pour cause une éruption de l'Islande, ainsi qu'on l'apprit plus tard. Le 7 septembre 1845, un transport de même origine, mais moins considérable, fut observé aux îles Shetland et aux Orcades.

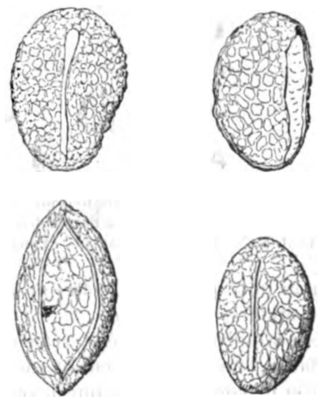


Fig. 492. — Spores de la grotte de la Réunion, 500/1.

**Pluies de soufre.** — Nous avons déjà fait allusion aux pluies de pollen de différentes espèces végétales. MM. Bureau et Poisson (Tissandier, p. 101) ont reconnu récemment qu'un échantillon de terre combustible très légère, jaune, trouvé par M. de l'Isle dans une grotte de l'île de la Réunion, était formé de grains de pollen.

On a également trouvé des insectes et de la manne dans certaines eaux de pluies (1).

(1) Observations sur une pluie de sève. — Note de M. Ch. Musset (*Comptes rendus*, 10 février 1879). — « La sève aqueuse de la *Colocasia esculenta* (Schott) est émise par jets successifs et pressés. Cette émission,

**Influence des milieux sur la répartition des organismes atmosphériques.** — Il est inutile d'insister, pour faire comprendre combien doit varier, suivant les milieux, la nature des corpuscules et des organismes en suspension dans l'air. Les observations de F.-A. Pouchet sont à ce point de vue extrêmement instructives.

A mesure que l'on s'éloigne des grandes villes, dit F.-A. Pouchet, et que l'on gagne les solitudes de la mer ou des montagnes, on voit successivement disparaître la fécule, la fumée et les vestiges de nos vêtements et de nos aliments.

C'est ainsi que sur le sommet de l'Etna, l'aéroscope de Pouchet ne re-



Fig. 493. — Poussières atmosphériques recueillies le 10 décembre 1878 à l'Observatoire de Genève, à 6 h. du soir. Baromètre, 724mm,9. Thermomètre, + 1°,6. Humidité, 68. Vent N.-N., 1. Temps nuageux. (Yung.)

tenait plus que des parcelles de cendres, de lave, de soufre, lancées par les cratères du volcan.

« Au milieu de la méditerranée, entre Marseille et les bouches de Bonifacio, l'instrument accusait encore une plus grande pureté de l'air. Celui-ci ne contenait plus que des corpuscules de silice extrêmement rares, et d'une si extraordinaire ténuité, qu'ils se rapprochaient tous de la forme sphéroïdale ; aucun grain de fécule et rien qu'on puisse confondre avec un œuf ou une spore. De semblables expériences, exécutées

comme on le sait, a lieu par les larges stomates, au nombre de 1-2, situés au bas de l'acumen des feuilles en préfoliation. Lorsque ce phénomène s'opère dans les circonstances les plus favorables (humidité du sol, soirées et nuits fraîches et calmes, etc.), il est facile, comme je l'ai montré, de traire, en pressant les feuilles entre les doigts, une assez grande quantité de sève. » L'auteur a aperçu, tombant sous forme de pluie fine, une quantité de gouttelettes très limpides qui, traversant les rayons du soleil, tamisés par les branches feuillues des sapinettes, devenaient visibles.

au milieu de la mer Ionienne, donnèrent absolument les mêmes résultats. »

F.-A. Pouchet, en outre, s'est transporté avec son aéroscope dans des solitudes uniquement peuplées de ruines. C'est ainsi qu'au milieu des restes de Thèbes, il n'a recueilli que des corpuscules siliceux provenant soit des matériaux employés à la construction de la ville, soit du sol lui-même. Les uns avaient la forme de grains de silice à arêtes vives et



Fig. 494. — Poussières atmosphériques recueillies le 13 décembre 1877, 1 à 4 h. du soir. Baromètre, 728. Thermomètre, + 6°,8. Vent S., 1. Humidité, 65. Temps couvert (Yung).

tranchantes, transparents comme du cristal, et semblent avoir été enlevés au désert; les autres sont opalins, à angles émoussés et proviennent des détritus des colonnades de grès des temples et des palais. F.-A,



Fig. 495. — Poussières atmosphériques recueillies le 22 octobre 1817, à 6 h. du soir. Baromètre, 731. Thermomètre, 12°,5. Humidité, 40. Vent S.-S.-O., 1. Temps clair. (Yung.)

Pouchet y a également trouvé de la fécule de blé fort ancienne; des poils de laine d'un beau rouge, des poils de chameau, enfin des squelettes de bacillaires et de navicules.

« Dans le tombeau de Sésostris (Ramsès II), situé au fond du désert de Biban-el-Molouk, dans une vallée affreuse, brûlée par le plus ardent soleil du globe, je n'ai plus trouvé de fécule, et les autres corps organisés y

étaient d'une absolue rareté. Ce qui y dominait, c'étaient des corpuscules de silice et du calcaire, mêlés à des granules d'un beau vert ou d'un beau bleu, provenant de l'érosion des peintures qui ornent les chambres sépulcrales.

« Dans le sanctuaire de Vénus Athor, au milieu de l'air pur de Philæ,



Fig. 496. — Poussières atmosphériques recueillies le 23 octobre 1877, à 8 h. du soir. Température, +13°,3. Vent S.-O., Vent violent. Ciel nuageux. (Yung.)

les corpuscules aériens étaient fort rares et fort uniformes. Ils ne se composaient guère que de parcelles de grès, provenant de l'efflorescence



Fig. 497. — Poussières recueillies dans l'air le 18 mars 1878, de 4 h. à 8 h. du soir. Forte bise. (Yung.)

des pylones et des colonnades ruinées des temples qui encombraient cette île sacrée ; puis de quelques corpuscules rouges de syénite, enlevés aux déserts de la Nubie ; enfin de quelques vestiges de limon du Nil et de plusieurs bacillaires provenant sans doute du même fleuve. Je n'y observai aucun grain de fécule. » (*Loc. cit.*, p. 19.)

**Applications de l'aéroscopie à l'hygiène.** — Dans une foule d'industries, il se mêle à l'air que les ouvriers respirent des poussières qui, par un mécanisme différent, altèrent plus ou moins profondément leur santé. On a tenté par diverses améliorations de diminuer, sinon d'annihiler complètement les inconvénients attachés à la production de ces poussières, par l'emploi de masques, par l'interposition de linges, de ouate ou d'éponges mouillées, etc., par l'usage de cages de verre ; mais la précaution la plus élémentaire, en même temps que la plus efficace, c'est une ventilation énergique

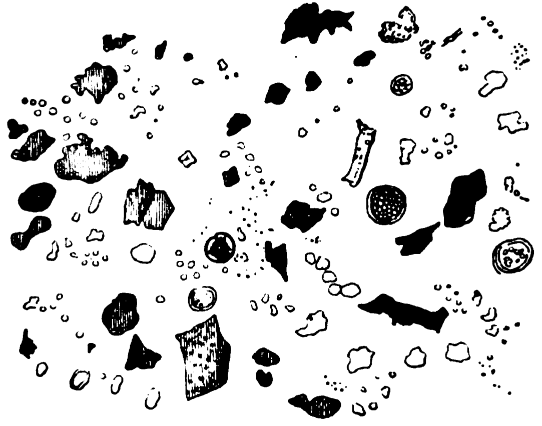


Fig. 198. — Poussières recueillies dans l'air le 18 mars 1878, de 2 h. à 6 h. du soir. Beau temps. Bise. (Yung.)

qui renouvelle sans cesse l'air respiré par les ouvriers. Quels que soient les moyens employés, l'aéroscope fournira le moyen de voir s'ils sont suffisants. En effet, en faisant fonctionner cet appareil dans un atelier où se produisent des poussières, sur la nature desquelles on est généralement fixé, on verra si l'air inspiré est ou non capable de nuire aux personnes qui vivent dans un semblable milieu. Les poussières peuvent agir différemment ; parfois elles ont une action locale et directe sur la peau, sur les muqueuses (poudre de Cantharides, d'Euphorbe), ou bien elles agissent par action mécanique, tout en obstruant les orifices des conduits excréteurs des glandes cutanées et produisent ainsi des abcès ; dans

d'autres circonstances, chez les ouvriers qui pulvérisent des écorces, ou chez ceux qui peignent le chanvre, de fines aiguilles formées de tissu fibreux pénètrent sous la peau et provoquent des démangeaisons très vives. A côté de ces accidents purement locaux, il en existe de plus graves qui sont provoqués par l'introduction dans les voies respiratoires de particules solides très fines qui provoquent différentes affections, dont la plus grave est la phtisie professionnelle. Il nous suffira de citer quelques-unes des professions dans lesquelles cette déplorable conséquence du travail a été observée, et l'on se convaincra de l'importance de ces questions que nous ne pouvons qu'effleurer. Le médecin et l'hygiéniste pourront être chargés d'examiner la pureté de l'air dans les ateliers consacrés aux industries suivantes : aiguiseurs, couteliers, rémouleurs, fabricants d'aiguilles, qui sont exposés à respirer un air contenant à la fois des fragments de métal et de la poussière de grès ; les orfèvres, les bijoutiers, les bronzeurs, respirent également un air renfermant des corpuscules métalliques ; les amidonniers, les meuniers, absorbent une grande quantité de fécule ou d'amidon, par les voies respiratoires. Les débris de nature organique ne sont pas moins à redouter ; la phthisie est fréquente chez les ouvriers brossiers, chez ceux qui battent le coton ; les fleuristes, les ouvrières qui diamantent les fleurs, celles qui manient de grandes quantités de plumes, sont également exposées à des accidents plus ou moins graves. Si nous citons encore les mouleurs, qui respirent un air riche en particules charbonneuses, ou en sable fin ; les nacriers, qui absorbent des matières calcaires, nous n'aurons énuméré qu'une faible partie de ces professions, souvent meurtrières pour ceux qui les exercent. A côté de ces industries qui s'exercent dans des ateliers, il en est d'autres non moins dangereuses, et les travaux publiés récemment sur la pathologie spéciale des houilleurs nous ont montré qu'il y avait encore bien des progrès à accomplir pour mettre en harmonie les besoins de l'industrie avec les exigences de l'hygiène. F.-A. Pouchet a recherché, dans les organes respiratoires de l'homme et des animaux, les particules atmosphériques qu'ils y avaient fixées pendant leur vie. Cet observateur éminent a trouvé dans

les poumons de personnes mortes dans les hôpitaux, de la fécule normale et panifiée, des parcelles de fumée de charbon et de bois, des corpuscules de carbonates calcaires, de silice et même des parcelles de verre; beaucoup de filaments d'étoffes, de laine, de chanvre et de coton diversement colorés; des fragments de bois de teinture et beaucoup d'autres corps, variant suivant la profession exercée par les individus et les conditions au milieu desquelles ils avaient vécu.

Ajoutons qne chez les houilleurs, chez les charbonniers, on trouve, dans l'appareill respiratoire, une quantité considérable de charbon.

Les animaux qui nous entourent n'échappent pas à cette loi. Chez les oiseaux, on retrouve des corpuscules solides jusque dans les os perméables à l'air. F.-A. Pouchet y a trouvé une grande quantité de fécule normale et panifiée, des parcelles de fumée, des débris de vêtement. Examinant les cavités respiratoires de poules qui avaient vécu chez les boulangers, F.-A. Pouchet y a trouvé de grandes quantités de fécule; chez des poules qui avaient vécu chez des charbonniers, il recueillit, au contraire, une notable quantité de particules charbonneuses. Un corbeau, qui avait passé une quinzaine d'années dans la forge d'un maréchal, avait tant inspiré de charbon que son squelette était tout noir. Cet auteur cite encore de nombreux exemples tout aussi convaincants et fournis par des animaux très différents.

**Bactéries de l'air.** — Un certain nombre des bactéries dont nous avons parlé page 285 et suivantes se rencontrent dans l'air. Nous citerons entre autres les *Microcoques* colorés ou chromogènes, tels que *M. aurantiacus*, *M. prodigiosus*, et le ferment de l'urée *Micrococcus ureæ*. Parmi les espèces du genre *Bacterium*, M. Miquel cite *B. lineola*, ou une forme très voisine qui est fréquemment rencontrée dans les poussières des hôpitaux; beaucoup d'autres espèces, qui n'ont pas encore été dénommées, ne sont distinguées que par les caractères de leurs cultures. Nous trouvons dans Cornil et Babes l'énumération suivante :

*a.* Une bactérie formée de cellules rondes, mesurant 0μ,5 à 0μ,6 de diamètre, affectant souvent la forme de bacilles et de chaînettes.

*b.* Des bactéries formant sur la gélatine des réseaux saillants spiralés, rayonnant d'un centre; ce sont des diplocoques un peu pointus à leur extrémité.

Ces deux espèces ne liquéfient pas la gélatine.

*c.* Bactérie liquéfiant lentement la gélatine, et donnant des cultures lentes, avec des travées ramifiées, blanches. Ces bactéries allongées mesurent 0μ,5 sur 0μ,8 à 1 μ de longueur.

*d. Bactérie capsulaire de l'air* (Babes). Cette espèce forme sur la gélatine des colonies jaunâtres qui la liquéfient rapidement. Autour d'elles la gélatine encore solide est troublée. Ces bactéries ressemblent à celles de la pneumonie; en quelques jours elles augmentent de volume jusqu'à acquérir 3 à 4 μ de diamètre.

Les bacilles de l'air manquent également d'une détermination précise. Nous citerons :

1° Le *bacille de l'air*, immobile, ayant la forme et la dimension du *B. anthracis*, donnant une culture réticulée qui ne liquéfie pas la gélatine.

2° *a.* Des bacilles en virgule, plus gros et plus courts que ceux du choléra, donnant des colonies qui par leur forme ressemblent à celles du choléra, mais blanches et non jaunâtres; elles liquéfient la gélatine.

*b.* Une forme de bacilles courts, arrondis à leurs extrémités, parfois en petits filaments ondulés, donnant par culture sur la gélatine des plaques blanches, lisses, à contour irrégulier.

*c.* Bâtonnets droits, de 0 μ, 3 à 0μ,4 d'épaisseur, assez longs. Culture à surface chagrinée, rosée et à bords frangés.

*d.* Bacilles et filaments à extrémités un peu amincies. Culture également chagrinée à sa surface, mais blanche. Elle ne liquéfie pas la gélatine.

*e.* Bacilles et filaments donnant une culture également chagrinée, mais jaune et qui liquéfie la gélatine.

*f.* Bacilles épais de 0μ,7, avec spores incluses, extrémités nettement coupées. Colonies blanches à surface circonvolutionnée rappelant la surface du cerveau.

*g.* Bacilles à extrémités arrondies; épais de 0μ,4 à 0μ,5. Cultures en boules granuleuses de couleur brunâtre.

*h.* Grands bacilles semblables à ceux du foin. Cultures un peu jaunâtres au centre, présentant des rayons et des arcades à la surface et liquéfiant la gélatine.

*i.* Bacille de forme semblable aux précédents. Culture affectant la forme de racines et ne liquéfiant pas la gélatine.

*j.* Bâtonnets minces, allongés, un peu courbés. Colonies liquéfiant la gélatine et présentant une partie centrale jaunâtre, entourée d'un réticulum régulier laissant entre ses mailles des espaces arrondis.

A ces espèces nous ajouterons *B. amylobacter* (voir p. 293), ou une forme voisine.

D'après les observations de Miquel au parc de Montsouris, les bacilles recueillis à l'air extérieur ne sont pas pathogènes. Cette observation n'est toutefois pas générale et ne saurait s'appliquer ni à l'air des hôpitaux ni à l'air de certaines contrées et particulièrement de celles où se rencontre le *Bacillus malariæ* (voir p. 290).

**Récolte et examen des bactéries aériennes.** — L'observation microscopique des dépôts recueillis au moyen des aéroscopes (p. 742) ne suffit pas, quand il s'agit de l'étude des bactéries de l'air. Pour obtenir des résultats de bon aloi, il faut procéder autrement et, après avoir recueilli ces germes, les ensemencer et les cultiver, suivant les procédés généraux que nous avons indiqués ailleurs. On a pu voir, en effet, dans les lignes qui précèdent, que les caractères des colonies obtenues dans ces cultures sont à peu près les seuls caractères différentiels entre les nombreuses espèces qu'il est possible de recueillir.

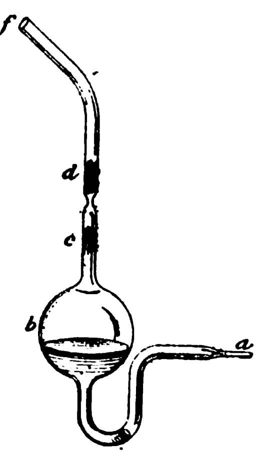


Fig. 499. — Tube à boule de Miquel.

On peut recueillir les microbes de l'atmosphère en les dirigeant dans de l'eau préalablement stérilisée, qu'on ensemence ensuite dans des milieux nutritifs. Mais il est préférable encore, comme le fait Pasteur, de recueillir directement les bactéries dans les liqueurs nutritives. Voici le procédé qu'emploie M. Miquel et qui semble mettre à l'abri de toutes les causes d'erreur.

M. Miquel emploie « une boule de 50 centimètres cubes de capacité, soufflée dans l'axe d'un tube de verre dont l'extrémité inférieure est recourbée en S et la branche inférieure laissée rectiligne ou un peu cintrée, puis étranglée légèrement. Au-dessus et au-dessous de ce rétrécissement sont placés deux tampons d'amiante ou de coton de verre. L'appareil, purgé de microbes, est chargé de 20 centimètres cubes environ d'une liqueur putrescible stérilisée (urine, bouillon, etc.), et enfin abandonnée un mois à l'étuve. Si rien n'est venu alté-

rer sa limpidité, si aucun dépôt n'est venu se rassembler au fond du vase, on le met en expérience de la façon suivante. Le petit ballon, rapidement flambé, est fixé au-dessus du sol au moyen d'une pince en fer, de façon que la branche *c*, *d* fasse environ un angle de 25° avec l'horizon et que la pointe *a* regarde en haut. A l'extrémité libre *f* de l'appareil on adapte un tube de caoutchouc communiquant avec une trompe ou un appareil aspirateur quelconque. La pointe *a* chauffée est alors brisée avec une pince brûlante, l'expérimentateur se retire à la distance de 10 mètres à 20 mètres et ouvre le robinet, qui fait fonctionner l'aspirateur. La quantité d'air dirigée à travers le ballon une fois passée, le robinet est fermé, puis l'expérimentateur se dirige vers l'appareil, scelle la pointe *a*, mouille la bourre *o*, et projette cette bourre dans l'infusion en soufflant brusquement par l'extrémité ouverte *f*. Enfin, en inclinant l'instrument la pointe scellée en bas, il chasse par une série de petites secousses tout l'air de la branche en S, qui se remplit de liquide jusqu'à l'extrémité de la pointe capillaire. Pas un germe n'échappe à l'infusion à l'exception cependant de ceux qui ont pu s'arrêter à l'extrémité de la pointe *a*, fondue à la fin de l'expérience. » Les manipulations ci-dessus terminées, le ballon est mis à l'étuve et son contenu s'altère ou non suivant que l'air aspiré renfermait ou ne renfermait pas des bactéries susceptibles de culture dans le liquide nutritif employé.

**Miasme paludéen.** — On entend généralement, par miasme paludéen, des particules solides ou des émanations gazeuses, qui se dégagent des eaux stagnantes ou des marécages. Nous ne nous occuperons pas ici des émanations gazeuses. Comment prouver l'existence du miasme paludéen? Les preuves qu'on a données sont de plusieurs ordres; les unes sont tirées de l'apparition de maladies, sous l'influence directe des émanations marécageuses, ou de leur transport par les vents, à des distances plus ou moins considérables. Nous allons donner l'historique de cette question d'après l'ouvrage de M. Magnin.

On a beaucoup discuté sur la nature du miasme paludéen. Certains auteurs, Eisenmann, Hirsch, Armand, on fait jouer un rôle prépondérant à l'électricité atmosphérique; d'autres, au contraire, comme Volta, Da-

niel, Moscati, Brocchi, Rigaud de l'Isle et Julio n'observèrent aucune différence de composition chimique entre l'air le plus malsain et l'air le plus salubre, si ce n'est la présence d'une substance de nature organique.

Des auteurs anciens admettent l'existence d'insectes invisibles qui, s'introduisant dans les poumons par la respiration, déterminent l'apparition de la fièvre paludéenne. De nos jours, le mode d'action de ces organismes inférieurs, animaux ou végétaux, a été interprété différemment : pour Bouchardat, ils agiraient en sécrétant une sorte de venin ; d'après Berthelot, ils produiraient un ferment, ou bien ils constitueraient le ferment lui-même, d'après Lemaire ; Salisbury, Balestra, Selmi, en font de véritables parasites. M. Gigot-Suard, ayant fait passer, en 1859, l'air des marais dans des tubes remplis d'acide sulfurique, a constaté la présence de nombreux fragments de feuilles, de fibres, de cellules, de débris d'insectes, de Tardigrades, et même d'Infusoires entiers.

Les partisans d'un miasme de nature végétale ont fait intervenir :

1° Des spores de Champignons (Mitchell, Massy) ;

2° Des Algues du groupe des Palmelles (Salisbury) ;

3° Des Algues du groupe des Oscillaires (Hallier, Schurtz) ;

4° Des Algues indéterminées (Van der Corput, Balestra, Selmi, Hannon, etc.).

Nous allons suivre le docteur Magnin dans la discussion de ces différentes hypothèses (*loc. cit.*, p. 92).

1° **Spores de Champignons**. — En 1849, J.-R. Mitchell aurait observé des cas de fièvre intermittente chez des individus qui avaient respiré un air chargé de spores de Champignons, qu'il aurait retrouvées dans les bronches et dans les mucosités des poumons. Toutefois, l'auteur ne donne pas des caractères qui puissent permettre de savoir quel est le genre de cryptogame qu'il a observé. W.-A. Hammond s'est rallié à la théorie de Mitchell, et le docteur Massy, de Ceylan, aurait observé, en 1865, que la présence dans l'atmosphère d'un grand nombre de Champignons microscopiques, ainsi que dans l'eau de puits, dans l'urine et dans les produits de l'expectoration des fébricitants, avait coïncidé avec une épidémie de fièvre intermittente. Mais, d'après le docteur Magnin, on ne verrait pas, dans les rapports du docteur Massy, les rapports de cause à effet signalés par ce médecin, entre les Champignons et la fièvre intermittente.

2° **Palmelles**. — Salisbury (*The Americ. Journal of the medical sciences*, janvier 1866 ; *Revue scientifique*, 1869) a publié un travail sur l'origine de la fièvre paludéenne, dont le retentissement a été très grand. Cet auteur, examinant l'expectoration des fébricitants, ainsi que l'excrétion salivaire de personnes habitant des pays à fièvres, y a trouvé au milieu de cellules diverses de Diatomées, de Desmidiées et de spores fongoïdes, d'autres petites cellules oblongues, isolées, ou agglomérées, à nucléus distinct, entourées par une enveloppe cellulaire lisse, avec un espace plus clair, en apparence vide, situé entre la paroi de la cellule et le noyau. Salisbury conclut, d'après leur apparence, que ces cellules ne sont pas des Cham-

pignons, mais des Algues ressemblant beaucoup aux Palmelles. Ces Palmelles seraient les seules formes cellulaires parmi celles qu'on aurait rencontrées dans les sécrétions examinées, qui se représentent constamment, dans les zones à malaria, tandis qu'au contraire les autres spores, animalcules, etc., se retrouvaient à toutes les hauteurs au-dessus et au-dessous de la limite des fièvres, ainsi que Salisbury l'a établi par diverses expériences. Ces Palmelles se rencontreraient également à la surface du sol des pays à fièvres. Enfin cet auteur aurait donné la fièvre à des personnes qui jusqu'alors avaient été indemnes, en plaçant, à leur proximité, de la terre couverte de Palmelles.

Le docteur Magnin trouve que Salisbury n'a donné qu'une description confuse des Algues, qu'il considère comme des Palmelles ; d'autre part, Salisbury n'ayant pas cultivé les Algues en dehors de leur support mécanique, rien ne prouve que ce ne soient pas les émanations de la terre elle-même qui aient occasionné de la fièvre (C. Wood). — Leydy, ainsi que l'auteur précédent, ayant vécu en contact avec des Palmelles, en ayant même absorbé à dessein ou accidentellement, n'en ont éprouvé aucun inconvénient. Ch. Wood fait remarquer en outre que les Palmelles ayant un protoplasma chlorophyllien ne peuvent se développer dans l'obscurité et par conséquent au sein des organes de l'homme. De plus, le froid, qui arrête le développement de la *malaria*, n'a aucune action sur les Palmelles, dont quelques espèces peuvent vivre dans la neige.

En 1872, à l'occasion de la session tenue à Lyon par le Congrès médical de France, M. le docteur Magnin, avec MM. Colrat et Fochier, a recherché sur les bords de certains étangs, les organismes décrits par Salisbury. Ces naturalistes trouvèrent en effet des Algues répondant assez exactement aux Palmelles de Salisbury, *autant du moins que leur description imparfaite permet une identification* (Magnin, p. 96). Cette végétation constitue de légères efflorescences d'une épaisseur d'un demi-millimètre à peine, ressemblant à un semis de brique pilée. Ces efflorescences se trouvaient en compagnie du *Protococcus viridis*, espèce d'Algue unicellulaire, voisine des Palmelles. Sous le microscope, on trouve une masse de cellules rouge-brique, plongées dans une sorte d'atmosphère incolore et amorphe, cellules généralement ovales, quelquefois sphériques, à parois transparentes, incolores, quelquefois composées de plusieurs couches.

Le contenu consiste en sporules nombreux, très petits, à membrane d'enveloppe, souvent à double contour et munis, lorsqu'ils sont parvenus à l'âge adulte, d'un noyau fortement réfringent. La matière gélatineuse qui englobe les grosses cellules est amorphe, achroïque, transparente, quelquefois stratifiée. Elle provient de la fonte des membranes mères au fur et à mesure du développement endogène des sporules qui, à leur tour, remplissent le rôle de cellules mères, en donnant naissance à d'autres sporules.

Ces caractères montrent bien qu'il s'agit d'une Algue unicellulaire de la famille des Palmelles, répondant à la description que Salisbury a don-

née de son genre *Gemiasma*, et de l'espèce *rubra* (Magnin, *loc. cit.*, p. 97).

D'après M. Magnin, cette Algue serait certainement la plus commune et la plus abondante dans les pays où il y a des étangs; non seulement ce naturaliste les a rencontrées dans la Dombes, mais encore dans un grand nombre de lieux humides, sur les sols argileux aux environs de Lyon. Son habitat est celui assigné par Salisbury à ses Palmelles. Cette Algue serait, d'après M. Magnin, qui en a donné une figure, le *Chlorococcum coccoma*.

En comparant cette Algue au genre *Gemiasma protuberans* et autres palmelles de Salisbury, on acquiert la conviction que, si elles ne sont pas identiques, elles sont au moins très voisines.

M. Magnin ne s'est pas borné à ces constatations. Ayant examiné, au microscope, de la rosée condensée sur des plaques de verre, au voisinage des étangs, il n'y put découvrir aucune spore pouvant être assimilée à des cellules de Chlorococcum. Ayant fait transporter, dans différentes habitations de Lyon, des plaques de terre recouverte de cette Algue, celles-ci n'ont pas déterminé l'apparition de la fièvre intermittente. Aussi M. Magnin repousse-t-il complètement l'idée que le miasme paludéen soit constitué par les Palmelles.

Différents auteurs, MM. Van der Corput et Hannon, ont publié, comme venant à l'appui des opinions de Salisbury, des observations dans lesquelles figurent des Algues indéterminées pour la première, et nombre d'autres, comme les Vauchéries, les Conferves, les Zygnèmes, les Oscillaires, etc., à l'exclusion des Palmelles, qui ne sont pas citées.

3° Les **Oscillaires** ont à leur tour été regardées comme étant la véritable origine du miasme paludéen. Cette hypothèse a été émise et défendue pour la première fois en 1867 par Hallier. Les recherches de Schurtz et de Lemaire viennent également à l'appui de cette opinion. M. Lemaire a observé, dans l'air des contrées à fièvre, de nombreux *Bactéridiens*, que l'on considère aujourd'hui comme des Algues voisines des Oscillaires. Cet observateur ayant recueilli et examiné les particules contenues dans la vapeur d'eau, condensée à plus d'un mètre de distance de la surface de deux étangs, au moment de sa condensation, le liquide était incolore, limpide, son odeur et sa saveur rappelaient celle de l'eau des étangs. Elle était sans action sur les papiers réactifs. Elle contenait des corps sphériques, ovoïdes et fusiformes; puis un graud nombre de cellules pâles de diverses dimensions. M. Lemaire trouva en outre une quantité considérable de très petits corps semi-transparents, de forme diverse, sphérique, ovoïdale, cylindrique, régulière ou irrégulière; ces corps lui ont paru être des microphytes et des microzoaires; enfin quelques corps bruns, qui lui parurent d'origine végétale, des grains d'amidon, de la poussière et des cristaux cubiques. La liqueur condensée fut abandonnée à la température ambiante (23° à 30° cent.) en présence d'un égal volume d'air, dans un flacon bouché.

Ce liquide ayant été examiné au microscope treize heures après avait

une odeur marécageuse prononcée; de petites cellules étaient en voie de bourgeonnement ; dans une seule goutte, on y constata la présence de 200 *Bacterium termo*.

Au bout de quarante heures, on observait dans ce liquide des cellules bijuguées : *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirillum*, des monades très nombreuses, et une multitude de petits corps semi-transparents.

L'auteur est d'avis qu'il y a un rapport certain entre la diminution de ces petits corps et l'augmentation des microphytes et des microzoaires ; soixante heures après, le liquide était troublé par des nuages blanchâtres, d'odeur putride; le dépôt est entièrement formé par des Bactéries, des Vibrions et des Spirillums immobiles. Plus tard les microphytes diminuent et sont remplacés par des animalcules.

M. Lemaire conclut ainsi : « Ces recherches paraissent prouver qu'en Sologne, où règnent les fièvres paludéennes, l'air contient une quantité considérable de *microphytes* et de *microzoaires*, tandis que celui de Romainville, pays très sain, n'offre qu'une minime proportion de ces petits êtres. L'air du Jardin des Plantes diffère de celui de ces deux localités, mais il se rapproche beaucoup de celui de la Sologne. La position particulière du Jardin des Plantes, qui est voisin de la rivière de Bièvre, de deux amphithéâtres d'anatomie, d'un hôpital, explique ce résultat (1). »

Le docteur Schurtz, de Zwickau, a publié une observation de laquelle il semble résulter que des Oscillariées auraient donné la fièvre intermittente.

Dans l'hypothèse de la nature végétale du miasme paludéen, dit sagement le docteur Magnin, les Oscillariées semblent être les seuls organismes pouvant remplir ce rôle. Mais il ne faut pas se dissimuler qu'il n'y a que des présomptions et nulles preuves certaines.

M. le professeur *Edwin Klebs* (de Prague) et M. le professeur *Conrard Tommasi-Crudeli* (de Rome) ont étudié (*J. d'hygiène*, 17 *juillet* 1879) la *malaria* de la Campagne romaine. Le professeur *Tommasi-Crudeli* avait établi par des travaux antérieurs que la *malaria* de Rome et de l'*Ager Romanus* qui entoure la ville n'avait pas pour origine des émanations des marais, mais bien d'un très grand nombre de petites flaques d'eau (*acquitrini*) qui, par l'effet de la structure du sol, se produisent sur les nombreuses collines des campagnes romaines et dont l'eau devient rapidement croupissante. Les Romains avaient autrefois assaini la campagne de Rome en la drainant. Voici quel est le procédé opératoire suivi par les deux savants : ils ont fait usage d'un puissant aspirateur qui projetait l'air sur une plaque de verre recouverte d'une couche de gélatine renfermée dans une petite boîte. L'eau stagnante des régions à malaria ne paraît pas contenir en toute saison le poison morbifique, bien qu'elle puisse être fort riche en organismes inférieurs. D'un autre côté, les recherches entreprises par les auteurs du mémoire démontrent qu'une grande quantité d'eau empêche le développement du

(1) Magnin, *loc. cit.*, p. 105 et *Comptes rendus*, 17 août 1864.

poison de la malaria en rendant inactifs les germes qu'elle renferme.

Ce qu'il y a de plus particulièrement intéressant dans les recherches de MM. *Ed. Klebs* et *Tommasi-Crudeli*, c'est qu'ils ont fait des expériences physiologiques sur les animaux. Par l'injection des liquides obtenus directement du sol, des cultures artificielles et des résidus de la filtration des liquides de ces cultures, on a produit chez les animaux soumis a l'expérience une fièvre à marche régulièrement typique, avec intermittences qui, dans certains cas, ont duré jusqu'à soixante heures et avec une élévation de la température pouvant atteindre pendant l'accès fébrile 41°,8. Chez tous les animaux qui furent soumis à l'injection des liquides à *malaria*, on trouva un notable gonflement de la rate; l'organe avait subi une augmentation de neuf à dix fois son volume.

Les organismes qui, d'après les observations de MM. *Ed. Klebs et Tommasi-Crudeli*, doivent être considérés comme la cause véritable de la *malaria* (car ils se retrouvent dans les liquides injectés et dans le corps des animaux infectés) appartiennent au genre *Bacillus*. Dans le sol des régions à *malaria*, on les rencontre sous forme de nombreuses spores qui réfractent fortement la lumière, présentant une figure ovale allongée dont le plus grand diamètre est de 0,95 μ. Ils se développent en longs filaments qui d'abord sont homogènes; plus tard, ces filaments subissent des divisions transverses qui les rendent articulés et dans l'intérieur de leurs articles se développent de nouvelles spores. La première formation de ces spores est pariétale; puis tout l'intérieur de ces articles se remplit de petits corpuscules. Ces propriétés morphologiques ont paru répondre à une espèce particulière de *Bacillus* que les savants expérimentateurs proposent de nommer *Bacillus malariæ* (voir page 290), parce qu'ils l'ont vu se développer dans le corps des animaux atteints d'impaludisme. Ce Bacillus serait *aérobie;* il se développe également bien dans les liquides riches en matières azotées, telles que les solutions de gélatine et d'albumine, l'urine et les liquides de l'organisme. Il se développe surtout très abondamment dans les corps des animaux injectés, surtout dans la rate et dans la moelle des os.

En 1873, M. Obermeier a démontré que la fièvre récurrente était causée par le développement dans le sang d'un *spirochæte* que M. Cohn a appelé *Sp. Obermeieri*.

M. Van Tieghem (*Comptes rendus*, juillet 1879) s'est appuyé sur ces faits pour donner une explication des accès et des rémissions dans la fièvre récurrente.

Malgré les recherches de Klebs et Tommasi-Crudeli, le doute persiste encore sur la véritable nature de l'agent incriminable dans la production de la malaria. Comme le fait observer Cornil, l'inoculation d'un grand nombre de Bactéries a pour résultat de produire de la fièvre chez les animaux mis en expérience.

Les recherches de Klebs et Tommasi ont été reprises par Cuboni et Marchiafava, et plus récemment par Cecci (*Arch. f. experim. Pathologie*, t. XV et XVI). Ils ont retrouvé les mêmes Bactéries. Mais Bacelli, Giovanni, Laveran, d'autre part, n'ont jamais eu que des résultats négatifs en injectant aux animaux le sang des malades atteints de la malaria.

Les recherches de Laveran (*C. rendus de l'Ac. des sc.* 1882) sur le sang des malades examiné à l'état frais l'ont conduit à des conclusions d'une nature toute différente des précédentes. Il a observé en effet, dans ces conditions, que le sang renferme des corps d'une nature particulière qu'il considère comme les vrais parasites de la malaria. Laveran distingue trois variétés de ces corps :

1° Des *corps kystiques en croissant*, incolores, mesurant 8 à 9 μ dans leur plus grand diamètre, sur 3 μ de diamètre transversal.

2° Des *corps kystiques sphériques* mesurant de 8 à 9 μ, transparents, renfermant des grains de pigment noir; ces corps se montrent parfois dans les globules rouges; de leurs bords, Laveran a vu partir des filaments mobiles, ondulés, transparents, mesurant 21 à 28 μ de longueur sur 1 μ de largeur, pouvant devenir libres dans le sang.

3° *Corps kystiques* n° 3, constitués par de petites masses hyalines, sphéroïdes ou irrégulières, contenant des granules pigmentés.

Il y a lieu de penser que les observations de Laveran se rapportent, non pas à des parasites, mais à des altérations des globules du sang. En tous cas, les essais de culture du sang n'ont donné aucun résultat (1).

(1) Voir l'ouvrage récemment paru du Dr E. Maurel, *Contribution à l'étiologie du paludisme* (*Arch. de médecine navale*), 1887, t. XLVII.

# CHAPITRE XXV

## SUR L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES EAUX

Les eaux, surtout celles qui sont stagnantes, renferment une foule d'organismes vivants, soit végétaux (algues, diatomées, etc.), soit animaux. Nous ne nous occuperons pas ici des végétaux proprement dits; ils ont été étudiés dans les premières parties de ce livre, nous nous bornerons à donner qnelques indications sur les microzoaires et les infusoires que l'on trouve dans les eaux.

Sous l'influence des matières organiques, empruntées surtout au règne végétal, les eaux stagnantes ne tardent pas à se peupler d'une foule d'animalcules, dont le rôle au point de vue de l'hygiène est très important. C'est ainsi, pour ce qui regarde les animaux domestiques, que l'on a attribué certaines épidémies à l'infection des animaux par les organismes qu'ils absorbaient avec les eaux non potables. Le rôle des eaux dans la contagion des maladies n'est pas encore absolument connu, néanmoins les faits acquis à la science sont de nature à faire de l'étude de cette question une des plus importantes pour l'hygiéniste et le médecin. Pour ce qui regarde la diarrhée de Cochinchine, il a été démontré depuis longtemps que c'était par l'usage de l'eau que l'on absorbait les embryons et les œufs des parasites qui, par leur développement ultérieur, causaient chez l'homme une affection d'une gravité extrême. Dans un travail publié en 1874, intitulé : *Trois ans en Cochinchine*, le Dr Sourrouille avait appelé l'attention sur les dangers qu'il y avait pour nos soldats et pour les Européens en général, de faire usage de l'eau des fleuves de la Cochinchine, et il conseillait avec raison d'imiter les indigènes, qui ne boivent ces eaux qu'après leur avoir fait subir l'ébullition simple ou avec des feuilles de thé. Plus récemment, dans un ouvrage que nous

avons cité, le Dr Dounon est revenu avec beaucoup de force sur cette question, et a montré que les eaux dont faisaient usage les Européens contenaient des anguillules, des organismes inférieurs, des œufs microscopiques. La filtration seule est impuissante à débarrasser ces eaux de ces hôtes dangereux. L'auteur exprime le désire de voir l'examen microscopique donner la démonstration complète de l'idée qu'il soutient. Les Annamites et les Chinois, qui ne font jamais usage de l'eau des puits ou des fleuves, n'ont pas la dyssenterie ; il en est de même de ceux des Européens qui boivent uniquement l'eau qui leur est apportée d'Europe.

Nous rappellerons également que les eaux ont été considérées avec raison comme le véhicule des œufs et des embryons d'un certain nombre de parasites. On ne saurait donc examiner de trop près les eaux qui doivent servir à l'alimentation. Si les entozoaires nématoïdes sont plus fréquents chez les enfants que chez les adultes, dit M. Robin, cela tient à ce que l'eau. dans ces conditions d'âge et de lieu, est bue plus souvent qu'ailleurs sans avoir été filtrée.

Nous ne ferons que mentionner les Bactériens que l'on rencontre dans les eaux corrompues, ce sont : le *B. punctum*, le *B. termo*, le *B. Pastorii*, divers *bacillus*, ainsi que des formes en virgule qui se rapprochent du bacille du choléra ; on y rencontre également les *Vibrio rugula*. On y observe encore le *Spirillum volutans*, *Sp. plicatile*, *Sp. ondula*, etc. (Voir chap. IX, page 274.)

Les eaux qui renferment ces microzoaires sont impropres à l'alimentation. Outre ces bactéries et ces vibrioniens on y rencontre encore quelques monadiens.

D'une façon générale on peut dire que tous les infusoires supérieurs aux monadiens, tels que les paraméciens qui vont être étudiés ci-après, se rencontrent dans les eaux que l'on peut boire sans grand danger, abstraction faite des œufs et des embryons de parasites et d'helminthes. Ajoutons que les espèces d'infusoires varient, suivant les plantes aquatiques qui vivent dans les eaux, suivant les saisons de l'année, et également suivant la nature des terrains. Les eaux stagnantes sur un sol calcaire, dit M. Robin, contiendront, avec les charas, des infusoires

qu'on cherche vainement dans les eaux d'une contrée argileuse, lesquelles auront également leurs animaux particuliers, de même que les eaux ferrugineuses, celles des tourbières, celles des fossés entourant les habitations, les canaux.

## § 1. — INFUSOIRES (1).

Ce nom a été donné en 1764, par Wrisberg, aux innombrables animalcules que l'on trouve dans les eaux stagnantes, véritables infusions naturelles. Au fur et à mesure que les microscopes devenaient plus parfaits, on a distrait des Infusoires, des végétaux, comme les Algues, les Diatomées, etc. La substance fondamentale des Infusoires consiste en une masse gélatineuse, plus ou moins dense, parfois plus nettement différenciée en organes distincts. Cette masse, de nature albuminoïde, généralement incolore, mais pouvant affecter des colorations diverses, comme le jaune, le bleu, le rouge ou le brun, a été appelé *Sarcode* par Dujardin.

On a tiré un caractère différentiel important de l'action de l'ammoniaque sur cette substance. Tandis que les Infusoires animaux ou Infusoires vrais se dissolvent dans l'ammoniaque, les Infusoires végétaux, zoospores, Protophytes, ne s'y dissolvent pas, mais leurs mouvements s'y arrêtent. Après la mort, le *Sarcode* disparaît, et se dissout le plus souvent (Pelletan, *loc. cit.*, p. 600 et suivantes). On a établi deux grandes divisions parmi les Infusoires.

Fig. 500. — *Stylonychia Mytilus.* — Infusoire marcheur et sauteur présentant des *cirrhes* autour de la bouche, des soies et des styles autour du corps et à la partie postérieure, des cornicules à la surface. Longueur, $0^{mm}$,066.

La première comprend les *Infusoires ciliés* ou Infusoires à tourbillon (*Microzoa vorticosa*, Fromentel). Ils ont été ainsi nommés parce qu'ils sont munis de cils vibratiles et de *cirrhes*, qui servent à l'animal pour se mouvoir dans le liquide ambiant, et en même temps pour déterminer un tourbillon qui amène à la bouche les corpuscules dont il fait sa nourriture.

La seconde division comprend les *Infusoires flagellés* (*Microzoa nutantia*, Fromentel) auxquels il faut adjoindre les *Infusoires cilio-flagellés*,

(1) Pour plus de détails consulter le livre de M. Pelletan, au chapitre spécial duquel nous avons fait de larges emprunts. Consulter également le magnifique ouvrage de M. de Fromentel. Paris, chez G. Masson.

c'est-à-dire possédant à la fois des cils et des *flagellums*. Les *Infusoires flagellés* portent un et deux, quelquefois jusqu'à six filaments allongés (*flagellum*) à l'aide desquels l'infusoire se dirige par une série d'oscillations, amène sa nourriture à un orifice considéré comme la bouche; ces filaments sont, dans quelques cas, très difficiles à apercevoir. Le corps est constitué par une masse sarcodique qui change facilement de forme, et dans laquelle on distingue, suivant les espèces, un noyau, un nucléole, une ou plusieurs vésicules contractiles et parfois des bâtonnets ou des plaques amylacées (Paramylon Körper).



Fig. 501. — *Stentor polymorphus* en extension. Longueur, 0$^{mm}$,240.

La masse sarcodique qui constitue le corps de l'Infusoire est revêtue d'une *cuticule* (Cohn) que l'on peut mettre en évidence, chez les Kolpodes et les Paraméciens, à l'aide de l'alcool (P.). Ce téguments prend chez certains infusoires, *Coleps*, la consistance d'une véritable carapace, mais le plus souvent il est marqué de stries ou de ponctuations formant des lignes longitudinales ou obliques. Sur ces stries ou sillons sont fixés des appendices, de volume et de longueur variables. Très fins, ils constituent les *cils vibratiles;* plus gros et plus raides, ils prennent le nom de *cirrhes*, qui servent à la progression de l'animal.

Certains Infusoires sont en outre munis de *styles* ou *soies* longues et raides, dont les usages sont divers, mais qui servent en particulier à certains Infusoires pour faire des sauts brusques dans le liquide (*Infusoires sauteurs*); on observe enfin des *cornicules*, ou des cils plus courts, très forts, larges à la base, pointus à l'extrémité, doués de mouvements indépendants à l'aide desquels l'Infusoire peut progresser sur des objets immergés (*Infusoires marcheurs*). Ces différents organes, d'après M. de Fromentel, ne seraient pas fixés sur la *cuticule*, mais sur de petits points brillants sous-jacents, qu'il considère comme des mamelons musculaires. L'ensemble de ces mamelons formerait autour de l'Infusoire une couche éminemment contractile, à laquelle cet observateur a donné le nom de *myose*.

Cette disposition des mamelons musculaires est surtout visible chez le *Stentor polymorphus* et chez les *Vorticella convallaria*. Le *Stentor* est un très gros Infusoire, qui à une forme conique, évasé à son extrémité supérieure, lorsqu'il est à l'état d'extension. Grâce au mouvement de ses cirrhes, fixés sur les bords de son pavillon, il détermine un tourbillon violent, qui a pour but d'attirer les corpuscules environnants. Les plus petits pénètrent dans la cavité buccale du *Stentor*, tandis que les plus

gros, s'ils ne conviennent pas à l'Infusoire, sont rejetés par une fente qui interrompt la couronne à son milieu. Le corps tout entier est recouvert de cils vibratiles, dont les points d'insertion correspondent à ces mamelons musculaires, dont nous avons parlé plus haut, et qui deviennent saillants quand l'animal se contracte brusquement.

Ces insertions musculaires sont surtout visibles sur les vorticelles dont la forme élégante est en même temps très caractéristique. Non seulement le corps de l'infusoire est contractile, mais le pédoncule l'est également. Formé par un prolongement du tégument, il aurait la forme d'un tube creux, dans lequel la *myose* serait disposée suivant une ligne spirale, de sorte que le pédoncule se contracterait comme un ressort à boudin.




Fig. 502. — Groupe de *Vorticella convallaria* à divers degrés de développement et de contraction.

La situation occupée par la bouche chez les Infusoires est variable : tantôt elle est située à l'extrémité antérieure de l'individu (*Vorticilliens*), soit obliquement, soit à la partie moyenne du corps.

Les Infusoires se servent avec beaucoup d'adresse des cirrhes buccaux pour saisir et palper les corps qui doivent servir à leur nourriture. On peut, à l'aide de l'artifice suivant suivre dans l'infusoire la marche du corps absorbé. Il suffit de mettre dans l'eau habitée par les Infusoires du carmin finement broyé; ceux-ci avalent ces corpuscules colorés, et il est facile de suivre leur trajet au milieu de la masse sarcodique.

Quant à la vésicule contractile dont nous avons parlé plus haut, elle constitue un organe dans lequel on s'accorde à reconnaître l'élément principal de la circulation, une sorte de cœur. Cet appareil est surtout visible chez les Infusoires de grande taille, comme une Paramécie ou un Kolpode.

D'après M. Balbiani, les organes de reproduction seraient représentés par un noyau contenant le plus souvent un nucléole, quelquefois distinct du noyau. Le noyau et le nucléole sont compris dans la masse sarcodique qui constitue l'Infusoire. Pour M. Balbiani le noyau serait un organe de reproduction femelle, tandis que le nucléole serait un organe mâle. La reproduction se ferait de deux manières : par division binaire longitu-

dinale ou oblique et quelquefois transversale, et enfin, chez quelques grands infusoires, par copulation, chez les Paramécieus par exemple (Pour plus de détails, voir Pelletan, *loc. cit.*, p. 608 et 609 et Maupas, *Comptes rendus*, 1887).

Les Infusoires ont en général la propriété de s'enkyster, c'est-à-dire de sécréter autour d'eux une membrane dans laquelle ils s'enferment, formant ainsi une cellule close ou kyste, à l'abri duquel certains Infusoires subissent des transformations, ou se mettent à l'abri des causes de destruction. Un marais vient-il à se dessécher, dit le docteur Gerbe, la plupart des Infusoires qui le peuplaient s'enkystent, et attendent ainsi des circonstances plus favorables. C'est à cet état qu'on les trouve quelquefois dans les poussières emportées par les vents à de grandes distances. Lorsqu'ils trouvent des conditions d'humidité favorables, ils reprennent leur activité.

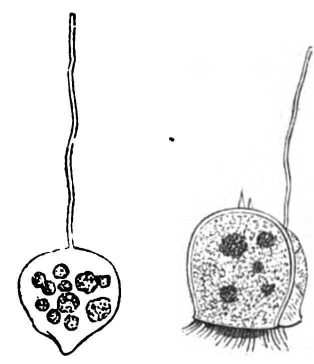


Fig. 503. — *Euglena* ou *Bodo viridis*. Fig. 504. — *Dinophysis ovata*.

Les Infusoires sont doués de mouvements volontaires et leurs actions paraissent être la résultante de certains calculs, s'il nous est permis, à propos d'Infusoires, de nous servir d'une semblable expression, au même titre que les actes volontaires d'animaux d'un volume plus considérable.

Après avoir indiqué succinctement les points principaux de l'histoire des Infusoires, nous donnons ci-après les caractères des espèces les plus communes.

A. **Infusoires oscillants** (*I. nutantia*, de Fromentel). Les Infusoires oscillants comprennent eux-mêmes les Infusoires *Flagellés*, c'est-à-dire ceux chez lesquels on n'observe qu'un ou deux *flagellums*, mais pas de *cils vibratiles*, et enfin les *Cilio-Flagellés*, ceux qui présentent à la fois des *flagellums* et des *cils*.

Le groupe des infusoires flagellés contient des individus excessivement ténus; leur corps est arrondi ou allongé et muni, tantôt à une, tantôt aux deux extrémités, d'un ou de plusieurs *flagellums*, à la base desquels on peut quelquefois distinguer une ligne en forme de bouche. Ils sont munis d'une vésicule contractile et se reproduisent par division.

On trouve, l'été, dans l'eau pure et même dans l'eau de mer, les *Monas atomus*, *M. lens*, *M. guttula;* on les rencontre également dans les détritus.

Les **Cercomonas** se distinguent par un corps allongé et muni d'un long *flagellum*. On les rencontre non seulement dans les infusions végétales, mais encore dans les liquides animaux comme le mucus intestinal (V. p. 603). On trouve en grand nombre dans les eaux stagnantes des *Euglena*. L'*Euglena* ou *Bodo viridis* est coloré en vert par la chlo-

rophylle, aussi est-il considéré comme de nature végétale par un certain nombre d'auteurs. On le rencontre dans les eaux croupies et colorées en vert.

Les **Cilio-flagellés** ont une structure plus compliquée; la *coque* ou *cuirasse* dont ils sont fréquemment revêtus à l'état adulte est composée de deux valves, égales ou inégales, souvent prolongées en cornes plus ou moins grandes. Comme leur nom l'indique, ils portent un ou plusieurs *flagellums*, et une ou plusieurs rangées de *cils vibratiles*. La figure ci-dessus de *Dinophysis ovata* donnera un spécimen de ces Infusoires marins (voir *in Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1883 à 1886, les mémoires de Pouchet sur les *Cilio-Flagellés*).

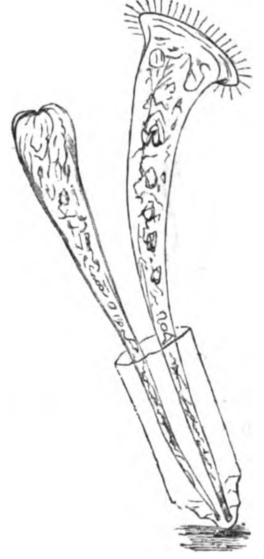


Fig. 505. — *Cothurnia*. — Deux individus dans une même coque tubulaire hyaline, l'un en extension, l'autre en contraction. Longueur, $2^{mm}$,288 (P.).

B. Les **Infusoires ciliés** sont plus avancés en organisation; ils ont en général la forme d'une urne ou d'un pavillon de trompe; les cirrhes dont ils sont munis déterminent un violent tourbillon qui a pour but d'attirer vers la bouche de l'Infusoire les particules dont il fait sa nourriture. Ces Infusoires, en vertu de leur contractilité, peuvent revenir sur eux-mêmes et prendre la forme d'une boule.

Les Infusoires ciliés comprennent trois familles : les **Vorticelliens** que l'on trouve en été dans les eaux stagnantes sur les plantes aquatiques (fig. 502);

Les **Vaginicoliens**, parmi lesquels nous citerons le *Cothurnia*, qui habite une sorte de tube auquel il est fixé, celui-ci étant lui-même attaché aux corps solides (fig. 505);

Les **Stentoriens**, ainsi nommés parce qu'ils sont pour ainsi dire les géants de ce monde microscopique. Quelques-uns d'entre eux peuvent atteindre un quart de millimètre, ce qui les rend visibles à l'œil nu (fig. 501). Cet Infusoire est commun dans les étangs.

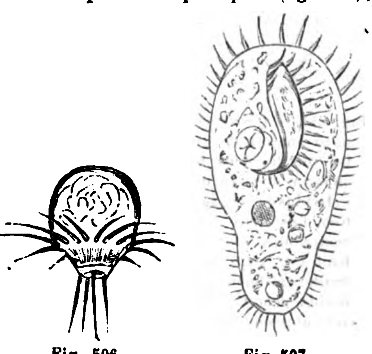
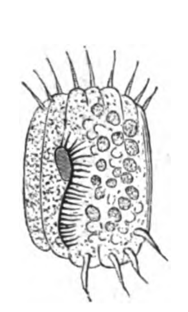


Fig. 506. *Halteria gradinella*. Fig. 507. *Oxytricha crassa*.

Les infusoires ciliés appartenant aux autres familles ont le corps à peu près rigide, ou incomplètement contractile.

Les **Haltériens** sont caractérisés par les *Halteria*, dont le corps arrondi ou couronné par un cercle de cirrhes buccaux est entouré



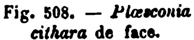


Fig. 508. — *Plœsconia cithara* de face.

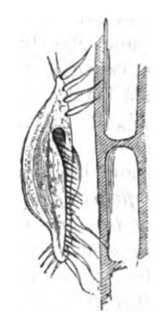


Fig. 509. — *Plœsconia cithara* de profil.



Fig. 510. — *Aspidisca lynceus.*

comme d'une ceinture de longs cils, dont ils se servent pour exécuter de véritables sauts dans les liquides (fig. 506).

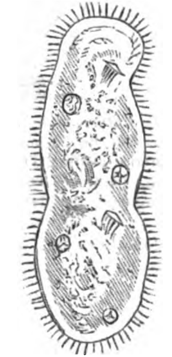


Fig. 511. — *Chilodon cucullulus* en voie de division. On voit les deux bouches en forme de nasse des deux individus en voie de séparation. Les deux vésicules contractiles extrêmes, en haut à gauche, en bas à droite, existaient dans l'individu primitif; les deux vésicules moyennes, droite et gauche, sont de récente formation. (P.)

Les **Kéroniens**, dont le genre le plus important est formé par les *Kerona*, qui sont munis à la fois de cirrhes pour la natation et de cornicules pour la marche; très communs dans la mare de Porchefontaine. Le corps de tous ces Infusoires est plus ou moins allongé, ellipsoïde, quelquefois triangulaire et aplati. Leur bouche est bordée de cirrhes et située dans une sorte de dépression qui coupe dans une direction plus ou moins oblique la moitié antérieure du corps. Le *Stylonychia mytilus* (fig. 500) et l'*Oxytricha crassa* (fig. 507) nous donnent des exemples de cette structure particulière.

D'autres Infusoires appartenant aux *Kéroniens* ont une sorte de cuirasse, dont la durée ne dépasse cependant pas celle des infusoires, et tombe en diffluence après la mort de l'animalcule. Tels sont le *Plœsconia cithara* et l'*Aspidisca lynceus* (fig. 508 à 510).

Les **Nassuliens** ont un appareil particulier placé à l'orifice buccal. Il paraît formé par des bâtonnets disposés en forme de nasse. Cet organe très dilatable semble dentelé à son orifice antérieur ou externe par les extrémités saillantes des bâtonnets (Pelletan, p. 619). Tels sont le *Chilodon cucullulus* et le *Nassula flava* (fig. 511).

Les **Ervilliens** sont des Infusoires dont le tégument est le plus sou-

vent aplati et formant deux valves. Ils sont surtout caractérisés par une sorte d'appendice faisant fonction de pied avec lequel l'infusoire peut se fixer.

L'*Ægizia legumen*, espèce cuirassée et à deux valves, qui vit dans les eaux douces, donne une idée exacte de cette famille d'infusoires (fig. 513).

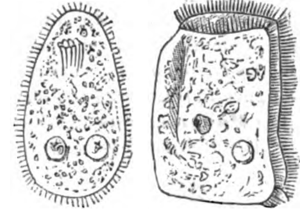


Fig. 512. *Nassula flava*. Fig. 513. *Ægizia legumen*.

Les **Lacrymariens** forment une famille très nombreuse possédant des individus de grande taille et d'une observation facile. Ces infusoires sont également contractiles, mais à un moindre degré que les Vorticelles et les Stentors, puisqu'ils ne peuvent faire rentrer à l'intérieur leurs organes externes. La disposition des sillons que porte leur tégument est intéressante à étudier. En effet, suivant que cette disposition est longitudinale ou oblique, les fibres musculaires qui correspondent à ces stries, ainsi que les cils qu'elles portent, sont également

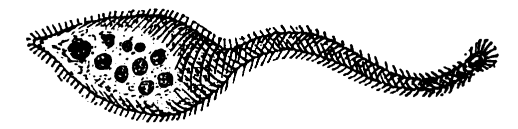


Fig. 514. — *Lacrymaria olor*.

longitudinaux ou obliques. Il en résulte que les espèces dont les sillons et les rangées ciliaires sont obliques ou spirales nagent en tournant autour de leur axe, tandis que celles dont les rangées ciliaires sont lon-

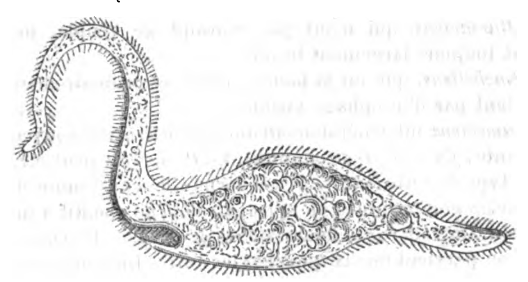


Fig. 515. — *Amphyleptus Cycnus*.

gitudinales nagent sans tourner sur elles-mêmes. On distingue les *Lacrymaria* qui sont des infusoires d'eau douce, dont la taille est souvent considérable. La partie antérieure du corps est constituée par un prolongement terminé par une sorte d'appendice, à l'extrémité duquel est placé l'orifice du tube digestif. Cette sorte de trompe contractile

peut atteindre jusqu'à six et sept fois la longueur de l'animalcule qui la meut en tous sens avec une grande rapidité. On peut suivre la marche des substances alimentaires à travers ce long col, qu'elles dilatent par leur passage. Le *Phialina* a le col moins long et la bouche est située à la base de l'appendice qui termine le cou. Chez les *Amphileptus*, la bouche est située à la base du col. Les *Spirostomum* ont une forme vermiculaire; leur tégument est strié obliquement. Ce qui sert à distinguer surtout les *Loxophyllum*, c'est la zone transparente ou limbe qui les entoure. La figure 517 montre leurs deux vésicules contractiles.

Les **Paraméciens** ont été divisés de la façon suivante :

1° Les *Paraméciens* vrais qui ont un œsophage développé et visible;



Fig. 516.
*Spirostomum ambiguum.*

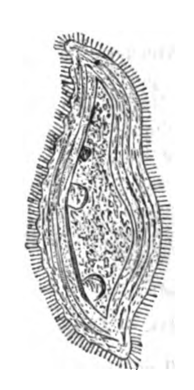


Fig. 517.
*Loxophyllum meleagris.*

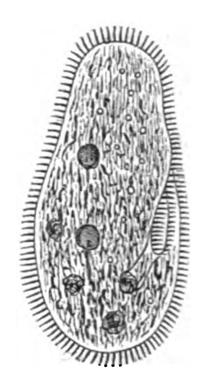


Fig. 518.
*Paramecium aurelia.*

2° Les *Bursariens*, qui n'ont pas d'œsophage visible, mais dont la bouche est toujours largement béante;

3° Les *Enchéliens*, qui ont la bouche petite et ordinairement fermée et ne présentent pas d'œsophage visible.

Les *Paraméciens* ont généralement une forme ovalaire souvent acuminée vers la pointe; ils sont très communs. Le *P. aurelia* peut être considéré comme le type de cette famille. Il a le corps cilié et est muni d'une longue frange buccale non terminée en spire. La bouche aboutit à un œsophage long et droit. On voit sur la figure 518 les deux vésicules contractiles dans lesquelles on parvient mieux que chez les autres Infusoires à observer les vacuoles qui s'y ouvrent et se dilatent lors de la systole de la vésicule.

Le *P. coli* (Malmsten) vit dans le gros intestin de l'homme; on le trouve dans les matières diarrhéiques (V. *Matières fécales*).

Les *Bursariens* sont caractérisés par une vaste cavité buccale en entonnoir, garnie de cils sur ses bords et portant dans sa cavité une crête garnie de cirrhes plus vigoureux (V. *Parasites des organes génitaux de la femme*).

Les *Kolpodes* sont des Infusoires très communs et assez petits ; on les trouve dans presque toutes les eaux stagnantes, et ils apparaissent rapidement dans les infusions végétales. Ils sont ovalaires et, au lieu de la crête buccale des *Bursariens*, ont la lèvre inférieure ciliée.

Parmi les *Enchéliens*, nous ne citerons que le genre *Glaucoma*, dont la bouche est latérale et munie de deux lèvres vibratiles. Le *Glaucoma scintillans* se développe rapidement dans les Infusions végétales (fig. 520).

Les **Colépiens** (Ehrenberg) forment une classe tout à fait particulière dans les Infusoires. Ils ont une forme symétrique dont le corps est protégé par une cuirasse. A l'encontre de ce que l'on observe pour les autres Infusoires, cette cuirasse survit à l'animalcule, et on la retrouve dans le dépôt abandonné par l'eau qui a contenu des *Coleps;* elle est percée d'un grand nombre de petits trous par lesquels passent les cils

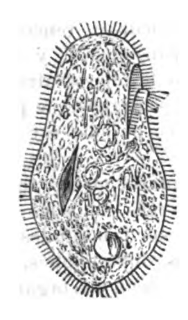


Fig. 519.
*Kolpoda cucullus.*

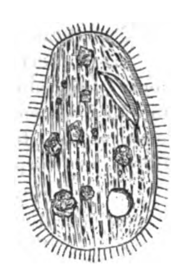


Fig. 520.
*Glaucoma scintillans.*

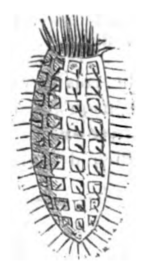


Fig. 521.
*Coleps hirtus.*

de l'animalcule. La bouche, à l'extrémité antérieure du corps, est entourée d'une couronne de cils (fig. 521).

Outre les Infusoires on trouve encore dans les eaux stagnantes des êtres microscopiques appelés **Rhizopodes.** Ils se présentent sous l'aspect d'amas gélatineux, de forme variable, qui ont la propriété de se déplacer, de se déformer et d'émettre des prolongements. C'est à l'aide de ces formations successives qu'ils englobent les corpuscules qui peuvent servir à leur nourriture. Les **Amibes** ont des caractères semblables. Ils n'ont ni bouche, ni anus, ni tube digestif. Deux amibes qui se rencontrent peuvent se confondre et ne plus former qu'un être unique ; si un amibe est sectionné accidentellement en deux parties, chacune d'elles se comporte comme s'il n'était rien arrivé. Quelques espèces sont plus élevées en organisation et émettent des prolongements rétractiles que l'on appelle des *pseudopodes.* Lorsque ces expansions tentaculiformes se rencontrent, elles se soudent entre elles et forment autour de la masse centrale un réseau dans les mailles glutineuses duquel s'invisquent les corpuscules qui servent à leur nourriture. Ceux-ci sont entraînés par un courant vers la

masse centrale; des courants marchant en sens inverse vont du centre vers les pseudopodes. Les Amibes appartiennent aux **Réticulariés**, qui comprennent des types plus parfaits, qui sont renfermés dans une sorte de coque percée d'un orifice par lequel passe une sorte de tentacule, qui émet à son tour des pseudopodes. A un moment donné le tentacule et les pseudopodes rentrent dans la coque.

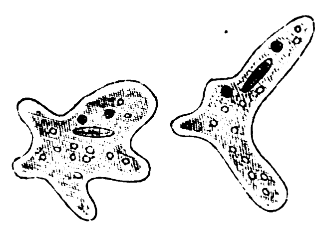


Fig. 522 et 523. — *Amœba princeps*. — Deux formes successives du même animal qui a absorbé deux granules verts et une diatomée.

On trouve encore souvent dans les mares et sur les plantes aquatiques des **Radiolariés**, qui sont caractérisés par la présence d'une vésicule contractile faisant souvent hernie en dehors; de la masse centrale partent en rayonnant un certain nombre de pseudopodes. Les *Actinophrys* donnent une idée exacte de ce groupe. Lorsqu'un Infusoire vient à rencontrer l'une de ces expansions, il y reste agglutiné; lorsque le microzoaire par ses efforts tend à s'échapper, le pseudopode voisin vient au secours du premier. Le corpuscule est ainsi dirigé jusqu'à la masse centrale où il est englobé.

**Rotateurs**. — Ces microzoaires sont très communs, on les trouve au milieu des plantes aquatiques, des corps submergés, dans les eaux stagnantes, sur l'enduit des vasques des jardins publics, etc. Ils sont supérieurs en organisation aux Infusoires et aux Rhizopodes. On connaît leur résistance à la dessiccation, propriété qu'ils partagent avec d'autres animalcules et des spores végétales. Ils peuvent être conservés plusieurs mois complètement desséchés en état de mort apparente, et retrouver tous les attributs de la vie, lorsque de nouveau ils sont mis en contact avec de l'eau. Comme le fait observer le docteur Pelletan, ces alternatives de dessiccation et d'humidité semblent constituer pour ces êtres microscopiques des conditions normales. C'est ainsi qu'on les trouve au milieu des plantes qui croissent sur les toits, où ils sont successivement soumis à l'action du soleil et à celle de la pluie; quelques-uns d'entre eux sont presque visibles à l'œil nu, puisqu'ils atteignent un demi-millimètre. Le corps des Rotateurs est ordinairement allongé, et ils peuvent, à l'exemple des sangsues, se fixer alternativement par la

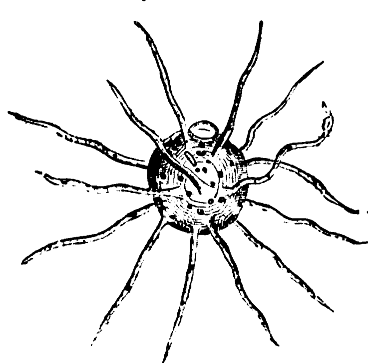


Fig. 524. — *Actinophrys Sol.*

partie supérieure et par la partie inférieure de leur corps. Ils ont une tête amincie portant une sorte de rostre, muni de cirrhes en forme de crochets dont le rotifère paraît se servir pour se fixer aux objets qui l'entourent.

Sur la tête on remarque également deux points rouges qu'Ehrenberg a décrits comme des yeux rudimentaires; le corps se renfle ensuite et au-dessus de la tête on voit passer, sur le côté, un petit appendice en

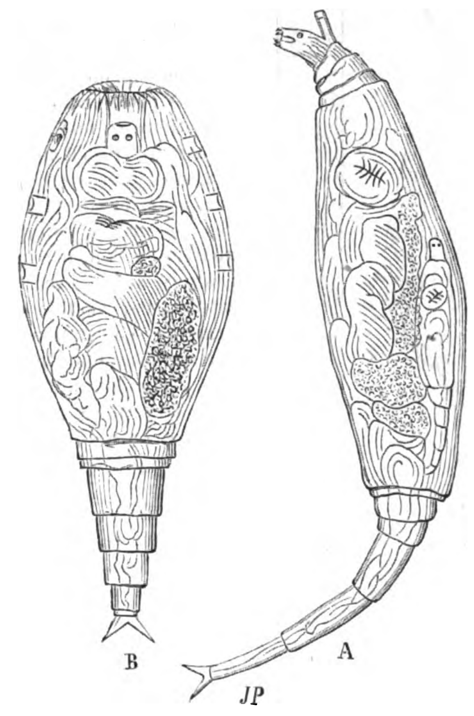



**Fig. 525. — *Rotifer vulgaris*. — A. Animal allongé; l'appareil rotateur est rétracté (l'ovaire contient un jeune). — B. Animal à demi contracté.**

forme de tube terminé par un bouquet de soies courtes qui peuvent rentrer dans l'appendice comme dans une gaine. Suivant que l'animal est dans un état plus ou moins complet d'extension, le corps est plus ou moins globuleux et se termine par une queue ou pied qui peut s'allonger d'une façon considérable, grâce à la propriété que possède son tégument, comme celui de tout le corps, d'être formé d'anneaux qui rentrent les uns dans les autres à la manière des tubes d'une lorgnette. Le dernier article de la queue porte deux petites pièces ou cornicules pointues par le bout qui peuvent se rapprocher ou s'écarter. Ces deux pièces ne

paraissent pas servir a la fixation de l'animal, c'est grâce à une ventouse située à leur base qu'il peut se fixer aux objets environnants. Outre les cornicules et la ventouse, la queue porte encore un organe rétractile qui dépasse les cornicules et ressemble à une main formée de trois doigts, à l'aide desquels il palpe les objets avant d'y appliquer les cornicules. Les *Actinurus* ont la queue munie de trois longues baguettes divergentes; les deux cornicules situées plus haut sont elles-mêmes formées de trois articles placés bout à bout. Quand le Rotifère se met en quête de sa nourriture et qu'il nage, sa tête se renverse et s'ouvre pour laisser passer des organes circulaires bordés de cirrhes vibratiles, qui se mettent à tourner comme des roues dentées, avec une grande vitesse. Par l'action de ces mouvements vibratoires, le Rotifère détermine un tourbillon, qui amène les particules nutritives jusque dans l'œsophage garni de cils vibratiles. Le Rotifère se sert également de cet appareil pour nager avec vitesse.

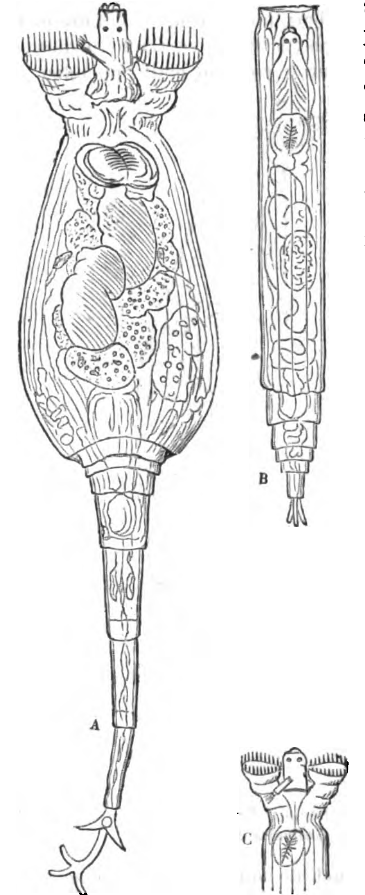



Fig. 526. — A. *Rotifer inflatus*. — B. *Actinurus Neptunius*. — C. Partie antérieure.

Grâce au pouvoir contractile de leur tissu, les Rotifères peuvent prendre une forme globuleuse; c'est celle qu'ils affectent lorsqu'ils sont soumis à la dessiccation. La tête et ses appendices rentrent dans le corps; il en est de même de la queue. Tous les Rotateurs ne sont pas contractiles au même degré; il en est dont le tégument est solide et ne recouvre qu'incomplètement les parties saillantes de la tête et de la queue.

Les **Brachioniens** diffèrent des *Rotifériens* par différentes particularités anatomiques et entre autres par la disposition des disques munis de cirrhes vibratiles. Le corps de certaines espèces de *Brachions* est recouvert d'une carapace sécrétée par l'animal et à laquelle restent agglutinés les corpuscules qui sont amenés à son contact par l'appa-

reil rotateur (pour plus de détails, V. Pelletan, *loc. cit.*, p. 637 et suivantes). Les Brachioniens se trouvent dans les mêmes conditions que les Rotifériens.



Fig. 527. — *Rotifer vulgaris*, contracté et desséché (long. 0mm,123 ; larg. 0mm,094).

A côté d'eux on rencontre également les *Tardigrades* qui ont, comme les Rotifères, la propriété de prendre la forme d'un globule sous l'influence de la dessiccation. Ils ont la forme de petits vers formés de cinq segments plus ou moins distincts. Le premier paraît constituer la tête, les quatre autres sont munis chacun d'une paire de pattes très courtes en forme de manchon et armées de deux ongles doubles ou de quatre ongles simples en crochets. Doyère a établi trois genres dans les Tardigrades : 1° le genre *Emydium ;* 2° le genre *Milnesium;* 3° le genre *Macrobiotus*. On les classe dans l'ordre des Acariens.

Nous avons vu que la plupart de ces êtres microscopiques

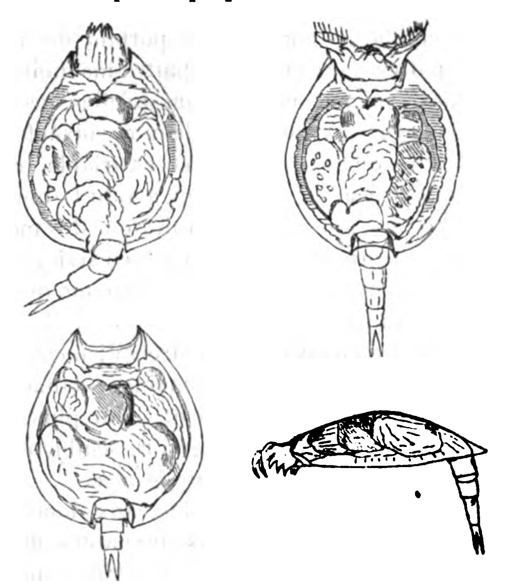


Fig. 528. — *Brachionus ovatus*. — En haut à gauche et en bas à droite, animal vu de face et de profil ; dans les deux autres figures, l'animal est d'une part complètement développé, avec ses disques rotateurs, et de l'autre, presque complètement rétracté (longueur 0mm,174). (P.)

se trouvent dans des eaux stagnantes, mais non putréfiées. Ils sont surtout très abondants dans les bassins où l'on cultive

des plantes aquatiques; on peut les conserver à la condition de remplacer l'eau au fur et à mesure qu'elle s'évapore, et en y entretenant des plantes aquatiques vivantes qui s'opposent à la putréfaction. Les mouvements très rapides des Infusoires rendent leur examen difficile, il faut attendre que la goutte d'eau placée sur le porte-objet se soit évaporée en partie; les Infusoires, commençant à souffrir, ont des mouvements moins brusques, ce qui rend leur examen plus facile (1). Cette observation s'applique aux Rotifères, aux Brachions, etc.

On trouve encore dans les eaux vives et plus rarement dans certaines eaux stagnantes de très petits CRUSTACÉS. Ils appartiennent aux groupes suivants : *Branchiopodes*, *Phyllopodes*, *Entomostracés*. Ces articulés ont tantôt une carapace formée de deux valves comme les Moules, d'autres au contraire ont une carapace formée d'une pièce unique. Leur corps se compose de segments semblables entre eux et portant des appendices qui sont des pattes-nageoires, des pattes-mâchoires ou des pattes-branchies, suivant la position qu'elles occupent. Le nombre de ces organes varie entre deux et soixante paires; il s'ensuit que leur mode de progression est variable, les uns procèdent par sauts brusques, ce qui leur a valu le nom de *puces d'eau* (*Daphnies*); les autres au contraire ont des mouvements moins saccadés et peuvent nager en avant, en arrière et de côté.

Les *Cypris* forment une espèce très commune que l'on rencontre fréquemment dans les eaux des citernes, des puits, etc. Ils ont une carapace bivalve, par l'entrebâillement de laquelle sortent les pattes et les antennes. Au moindre danger ces crustacés s'enferment dans leur carapace. (Pour plus de détails, voir Pelletan, p. 747.) Les *Cythères*, qui ressemblent beaucoup aux *Cypris*, se rencontrent dans l'eau de mer.

On trouve très fréquemment dans les eaux douces, dans les citernes, dans les puits, dans les eaux stagnantes, dans les tonneaux d'arrosage, etc., une espèce de *Cyclops* appelée le *Cy-*

(1) L'addition de quelques gouttes d'eau iodée rend leur observation moins difficile, mais les tue très rapidement. On peut au contraire les étudier *à l'état vivant* dans des solutions colorées (Bleu de diphénylamine, bleu C2B, Poirrier) d'après les procédés de Certes (*Bull. de la Soc. de Biologie*, 21 mars 1885 et 5 avril 1886).

*clops quadricornis*. Ces crustacés sont ainsi nommés parce qu'ils ont un groupe d'ocelles médian qui ressemble à un œil unique. La carapace recouvre tout le céphalo-thorax, ne laissant au-dessous que le passage des pattes, qui sont au nombre de cinq paires; ils ont en outre des pattes-mâchoires, des mandibules, et deux paires d'antennes.

La *Daphnie puce d'eau* (*Daphnia pulex*) se trouve également dans presque toutes les eaux douces. La carapace de ce crus-

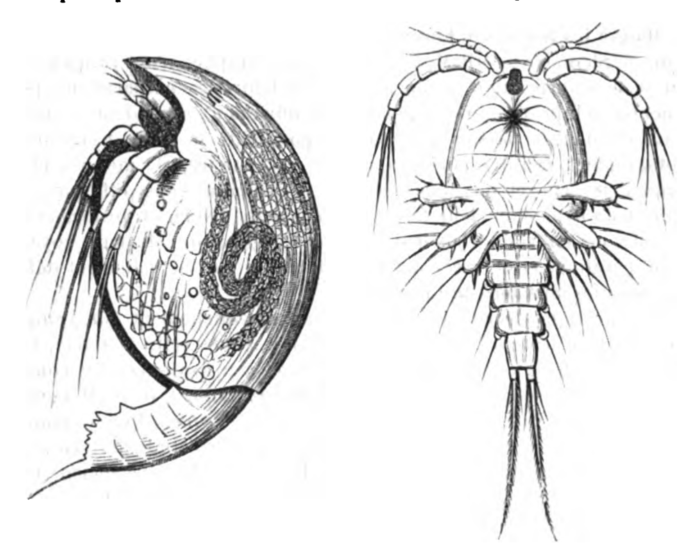


Fig. 529. — Cypris. Fig. 530. — Cyclops.

tacé est bivalve. Cette espèce est également monocle. Le corps tout entier est enfermé dans la carapace.

Ce crustacé, qui n'est pas microscopique, attendu qu'il a presque 1 centimètre de long, pullule dans les ruisseaux, surtout dans les sources d'eau vive, dont il est en quelque sorte la caractéristique. C'est la crevette d'eau douce, vulgairement appelée encore puce d'eau. Il est reconnaissable à son corps comprimé latéralement, à son abdomen conformé de façon à agir comme un ressort et à projeter l'animal en avant; ce dernier nage sur le flanc.

On signale encore dans les eaux douces des ARACHNIDES de

l'ordre des Acariens, famille des HYDRACHNIDES, Atax, etc., qui pendant une partie de leur vie sont parasites de mollusques et d'insectes aquatiques.

## § 2. — CONSERVATION DES INFUSOIRES.

M. A. Certes, président de la Société zoologique de France, a décrit dès 1879 (1) et a exposé depuis avec plus de développement dans sa brochure, sur l'*analyse micrographique des Eaux* (2), un procédé qui permet de conserver les Infusoires.

« Malgré les travaux d'Ehrenberg, de Claparède et Lachmann, de Balbiani, de Stein, etc., écrit M. Certes, les micrographes n'ont jusqu'à présent à leur disposition aucun moyen d'obtenir des préparations permanentes d'Infusoires. Ces préparations offriraient cependant de nombreux avantages : dessins plus exacts; possibilité de faire usage de la photographie; facilités plus grandes de reconnaître, de mesurer et de compter les cils et les appendices les plus délicats des Infusoires, de saisir et de fixer dans leur forme et dans leurs diverses transformations les individus en voie de fissiparité ou de conjugaison; de faire voyager les préparations et de créer des collections qui font actuellement défaut dans tous les muséums de l'Europe.

« Le procédé décrit ci-dessous repose essentiellement sur l'emploi des vapeurs d'acide osmique. Il ne paraît pas que cette méthode, bien connue en histologie, ait jamais été appliquée à la fixation et à la conservation des Infusoires. Je dois cependant mentionner deux Mémoires, relatifs l'un et l'autre aux *Noctiluques*, et dans lesquels l'acide osmique est signalé comme le réactif le mieux approprié à l'étude de ces organismes microscopiques, fort voisins des Infusoires. Le plus ancien (1866) est de M. Schultze; le second, tout récent (1878), de M. Vignal (3).

« Les Infusoires sont fixés instantanément dans leur forme par l'acide osmique; les moindres détails, cils, cirrhes, flagellum, armature buccale, peuvent être observés avec les plus forts grossissements, lorsque les préparations sont réussies comme elles doivent l'être; le plus souvent les Euglènes et les Paramécies vertes conservent leur couleur caractéristique. Le noyau et le nucléole, colorés artificiellement, se détachent nettement et montrent, lorsqu'il y a lieu, les curieux phénomènes si bien décrits par M. Balbiani dans le Mémoire couronné par l'Académie en 1862 et plus récemment observés avec plus de détails par E. Maupas chez les Infusoires conjugués (4).

(1) *Comptes rendus*, 3 mars 1879.

(2) *Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de la Rochelle, 1882.

(3) *Recherches histologiques et physiologiques sur les Noctiluques*, par M. Vignal, répétiteur à l'École des Hautes Études (*Archives de physiologie*, 1878).

(4) *Comptes rendus*, 1887.

« D'après les réactifs employés et les précédents histologiques, on est en droit d'espérer que ces préparations se conserveront indéfiniment.

« Je ne saurais affirmer que toutes les espèces d'Infusoires sont susceptibles d'être préparées à l'acide osmique; je constaterai seulement que, parmi celles que j'ai rencontrées dans ces derniers temps, je n'en ai trouvé aucune que je n'aie réussi à conserver d'une manière plus ou moins parfaite. La principale difficulté paraît être d'obtenir les Infusoires à tissu rétractile, tels que les Stentors, les Vorticelles, etc., dans un état de complète extension.

« *Procédés.* — Pour la fixation des Infusoires, je fais usage d'une solution d'acide osmique (1) à 2 pour 100. Le point important est de faire agir le réactif promptement et avec une certaine force. Deux moyens permettent d'atteindre ce résultat avec quelque certitude; le premier, qui convient dans la plupart des cas, consiste à exposer aux vapeurs d'acide osmique, les Infusoires préalablement déposés sur une lame de verre. En règle générale, cette exposition ne doit pas dépasser une à deux minutes, si l'atmosphère du récipient est bien saturée.

« Pour les Infusoires très contractiles, j'opère différemment et j'obtiens le contact immédiat de l'acide osmique en déposant une goutte du réactif sur la lamelle elle-même, avant d'en recouvrir la goutte d'eau qui les renferme.

L'acide osmique n'est pas le seul réactif fixateur. On peut le remplacer et avec avantage pour certaines espèces, par le sérum iodé, le liquide iodo-ioduré, les liquides à base de sublimé de Pacini et du Dr Malassez. On trouvera ci-dessous les formules de ces divers liquides qui s'emploient avec les mêmes précautions que l'acide osmique ou même en masse comme on le verra à l'article spécialement consacré à l'analyse microscopique des eaux.

« Quel que soit le procédé, il faut que les Infusoires ne soient soumis à l'action du réactif qu'après avoir repris leurs allures normales, qu'une secousse interrompt momentanément.

« Une fois la lamelle posée, on doit éviter tout déplacement qui pourrait écraser des organismes aussi délicats. Pour atteindre ce résultat, on soutire, avec du papier joseph, le liquide qui se trouve en excès. On amène ainsi un certain degré de compression que l'on peut graduer avec un peu d'habitude, et qui a l'avantage de rendre les Infusoires plus transparents. Ceci fait, on lute deux des bords parallèles de la lamelle, soit avec la paraffine, soit avec le baume du Canada. Ce n'est que lorsque la préparation est ainsi mise à l'abri de tout accident mécanique que l'on fait arriver la matière colorante et le liquide conservateur.

Il y a tout avantage à introduire la matière colorante; picro-car-

(1) L'acide osmique est toxique; ses vapeurs peuvent déterminer une irritation et même une inflammation de la conjonctive. On doit donc le manier avec certaines précautions. Pour sa préparation et son emploi, consulter le *Traité technique d'Histologie*, par L. Ranvier (p. 5 et 55).

minate de Ranvier, vert de méthyle, carmin aluné, Iodgrün, éosine suivant le cas, mélangée au liquide conservateur qui ne doit jamais être trop fortement coloré si l'on veut obtenir une élection satisfaisante sur le noyau et le nucléode.

Les meilleurs liquides conservateurs sont le liquide du Dr Allen et un mélange de glycérine glucose antiseptique dont on trouvera plus loin les formules.

« Tous les modes de fermeture peuvent être appliqués aux préparations faites d'après les procédés que j'indique. Il y a cependant avantage à se servir de baume de Canada desséché et dissous dans le chloroforme. L'Infusoire que l'on veut examiner peut, en effet, se trouver sur le bord de la lamelle. Ce vernis, mince et parfaitement transparent, n'empêche nullement l'observation avec les plus forts grossissements. »

### § 3. — RÉACTIFS POUR L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES EAUX.

Il résulte de tout ce qui précède qu'une eau étant donnée, il convient tout d'abord de fixer les organismes au moyen de liquides appropriés, puis de colorer ces organismes et de les monter dans un liquide conservateur (1). Ce liquide doit être légèrement teinté et il conviendra de prendre le liquide qui a servi de véhicule. De cette manière, on évite la décoloration ultérieure des tissus et on aperçoit beaucoup plus nettement les détails de structure. Nous allons donner quelques formules qui n'ont pas été relevées au cours de cet ouvrage et que nous empruntons au mémoire de M. Certes.

**Liquides fixateurs.** a. *Liquide de Pacini.* — Le professeur Pacini de Florence, a donné la formule de divers liquides fixateurs à base de sublimé :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1° | Bichlorure de mercure | 1 | p. |
| | Eau distillée | 200 | » |
| 2° | Bichlorure de mercure | 1 | » |
| | Chlorure de sodium | 2 | » |
| | Eau distillée | 200 | » |
| 3° | Bichlorure de mercure | 1 | » |
| | Chlorure de sodium | 4 | » |
| | Eau distillée | 200 | » |
| 4° | Bichlorure de mercure | 1 | » |
| | Acide acétique | 2 | » |
| | Eau distillée | 200 | » |

(1) A. Certes, *Analyse micrographique des eaux*. 1883.

Le liquide n° 2 est recommandé pour les infusoires; le n° 4 pour les algues microscopiques. — Ces réactifs s'emploient de la manière suivante : une fois les organismes déposés au fond du vase, on décante avec soin sans agiter la plus grande partie d'extrait liquide et on le remplace par une nouvelle quantité de solution semblable. On répète ce traitement trois ou quatre fois.

b. *Formule de Malassez modifiée par Certes.*

| | |
|---|---|
| Sulfate de soude 10 0/0 | 1000 |
| Bichlorure de mercure | 1 |

c. *Formule de Poulsen.*

| | |
|---|---|
| Iode sublimé | 0gr,05 |
| Iodure de Potassium | 0 20 |
| Eau distillée | 15 gr. |

d. *Sérum iodé* (voir page 369).

Lorsqu'on emploie une de ces solutions iodées en masse, l'eau traitée par le réactif doit conserver une couleur jaune prononcée.

*Chlorure de palladium.* — Solution à 1/800. Cette formule recommandée par le professeur Maggi, a donné de bons résultats à M. Certes pour les microbes, à raison de 2 à 3 centimètres cubes de réactif pour 30 centimètres cubes d'eau à analyser. Ce dernier opérateur ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique à la solution, pour éviter la formation de précipités floconneux.

e. *Liquide de Kleinemberg* (voir page 371).

f. *Acide osmique* (voir page 371).

**Matières colorantes.** — Les infusoires *vivants* peuvent être colorés et continuer à vivre pendant un certain temps, en employant à cet effet certains réactifs colorants, dont la connaissance est due à A. Certes (1), Lang et Henneguy (2).

Ces matières nous sont connues pour la plupart (voir chap. XII, page 375). C'est avec une solution faible de bleu de quinoléine ou cyanine que M. Certes a d'abord expérimenté. Henneguy

(1) C. R. *Ac. des sc.*, 21 février 1881 ; *Soc. zool. de France*, 1881 et 21 mars 1885.

(2) *Soc. philomatique*, 12 février 1881.

s'est servi du brun de Bismarck; puis Certes a successivement reconnu le bon usage du violet de dahlia (1), de la chrysoïdine, de la nigrosine, du bleu de méthylène et de l'iodgrün. — Avec ces derniers réactifs le noyau des infusoires *vivants* se colore, tandis qu'avec la cyanine et le brun de Bismark il reste incolore.

Nous n'avons pas besoin d'insister pour faire comprendre tout le parti qu'on peut tirer de cette action des matières colorantes pour l'étude histologique des infusoires. Mentionnons seulement ce fait que M. Certes, en constatant que jamais la vacuole contractile ne se colore, a pu conclure de là que cette vacuole n'est pas comme on l'a pensé, un organe aquifère, mais probablement comme l'admet Engelmann, un organe excrétoire. Ajoutons que certains de ces réactifs, tels que le Dahlia n° 170, le vert acide et la malachite-grün déterminent au bout d'un certain temps, chez diverses espèces de Paramécies, de Coleps, de Glaucoma, de Stentors et en général chez tous les infusoires à cuticule une hydropisie qui facilite singulièrement l'étude à de forts grossissements de tous les détails de structure (Certes).

D'une manière générale ces derniers réactifs colorent plus spécialement le noyau des infusoires vivants, tandis que le bleu $C^2B$ est un réactif des éléments contractiles du pédoncule de certaines vorticelles (2).

Les matières colorantes que nous venons de citer sont spécialement applicables aux Infusoires vivants; quand on ne cherche pas à étudier ces êtres vivants, mais seulement à les colorer pour les monter ensuite dans un liquide fixateur, on se servira principalement du picro-carminate (voir page 374), du carmin aluné de Grenacher et du vert de méthyle acétifié. Pour les microbes, on doit donner la préférence au bleu de méthylène, à la chrysoïdine, à la safranine, au magenta, à l'iodgrün.

**Liquides conservateurs.** *Glycérine.* — Elle doit être employée au tiers et avec les précautions que nous avons indiquées page 450.

(1) Violet de dahlia n° 170 de Poirrier.

(2) A. Certes, *De l'emploi des matières colorantes dans l'étude physiologique des infusoires vivants* (*Mémoires de la Soc. zool. de France*, 1886).

*Liquide du Dr Brun.*

| | |
|---|---|
| Glycérine.................................... | 10 |
| Glucose ordinaire........................... | 40 |
| Alcool camphré ou hydrate de chloral............ | 10 |
| Eau distillée.................................... | 140 |

Ce mélange est préférable à la glycérine pure.

*Préservatif Allen.*

| | |
|---|---|
| Acide pyroligneux............................ | 100 p. |
| Acide salycilique............................ | 1 |

On ajoute 1 partie de ce préservatif à 40 parties d'eau distillée et 10 parties de glycérine. — Ajoutez quelques gouttes d'eau phéniquée à 1 p. 100 ou mieux d'hydrate de chloral à 2 p. 100; faire dissoudre et filtrer.

*Solution de P. Petit.*

| | |
|---|---|
| Eau camphrée.................................... | 50 gr. |
| Eau distillée.................................... | 55 gr. |
| Acide acétique cristallisable.................. | 0,50 |
| Chlorure de cuivre cristallisé.................. | 0,20 |
| Nitrate de cuivre cristallisé.................. | 0,20 |

Ce liquide est recommandé pour les algues et les flagellés à chlorophylle.

## § 4. — ANALYSE MICROSCOPIQUE DES EAUX ET CULTURE DES BACTÉRIES (1).

M. Certes a appliqué à l'étude de diverses eaux les méthodes

(1) Meade Bolton, Sur la façon dont se comportent différentes espèces de bactéries dans l'eau potable (*Koch und Flügge's Zeitschr. für hygiene*, 1886, Bd. I, Helft. 1).

Ann. Pasteur, n° 4, 25 avril 1887, p. 200.

Ann. Cramer, *Die Wasserversorgung von Zürich.* Zurich, 1885.

Ann. Leone, *Atti della R. Academia dei Lincei*, série IX, vol. 2 (eaux de Munich).

Ann. p. 203. Wolffhugel et Biedel, *De la multiplication des bactéries dans l'eau* (*Arb. aus d. kaiserl. Gesundheitsaunte*, 1886, H. 2).

Cultures en plaque avec de très petites quantités d'eau.

Dr E. Maurel, *Contribution à l'étiologie du Paludisme* (*Arch. de médecine navale*, 1887, t. XLVII, n° 425, p. 257 et suiv.).

S. Winogradsky, *Sur les Bactéries des eaux sulfureuses* (*Bot. Zeitung*, 1887, et *Annales de Pasteur*, septembre 1887).

de cultures que nous avons indiquées avec détails page 264. C'est d'abord sur l'eau de Luchon qu'il a expérimenté (1).

Il a pu constater que l'eau, prise au griffon à 64°, ne renferme ni algues, ni conferves, ni diatomées, mais que les sédiments qui se déposent au fond de la cuvette renferment de petits bâtonnets mobiles, très transparents, et des filaments immobiles plus longs que les bâtonnets mais plus courts que les sulfuraires de la barégine (voir *Beggiatoa*, page 304) dont ils ont l'aspect. « Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source et que l'eau se refroidit au contact de l'air, ces organismes se multiplient. Alors seulement et à une température qui ne paraît pas dépasser 50° apparaissent en masses les flocons de *Barégine* qui ne sont autre chose que *des Zooglées de bâtonnets mélangés de grains de soufre réduit, sur lesquelles se développent des sulfuraires en tout semblables aux filaments du griffon, mais plus allongées et renfermant des granulations de soufre caractéristiques.* »

Voici comment M. Certes opère pour obtenir des cultures de ces micro-organismes. « Dans l'eau du griffon maintenue à une température qui a varié, dans nos expériences, de 45° à 58° nous plongeons, ou mieux encore nous déposons à la surface des couvre-objets préalablement flambés. Au bout de quelques heures, ces couvre-objets présentent toujours, à l'examen direct, de petites colonies de bâtonnets immobiles qui s'y cultivent. L'emploi du liquide iodo-ioduré ou du sérum iodé les rend très visible. »

En dernier lieu (Association française pour l'avancement des sciences, congrès de Toulouse, 1887), M. Certes a appliqué à l'étude des Eaux de Néris et de Lamalou ces mêmes procédés *qui ont le caractère d'une méthode générale d'analyse et s'appliquent à toutes les eaux, eaux potables ou autres, dont on veut étudier les microbes.* Partant de cette observation, que dans les eaux les plus limpides ce sont les objets submergés et souvent ceux qui affleurent le liquide qui sont recouverts de cette *glaire vivante* où affluent les micro-organismes, M. Certes déposa soit à la surface, soit au fond de l'eau à analyser, des *couvre-objets*,

(1) *C. R. Ac. des sciences*, 18 décembre 1886.

préalablement flambés avec soin. Le tout est maintenu à l'abri des germes atmosphériques et lorsqu'il s'agit d'eaux thermales, maintenu à l'étuve ou au bain-marie à une température voisine de celle de ces eaux.

Au bout de quelques heures et dans tous les cas, dès le lendemain, ces covers se recouvrent d'une pellicule de microbes disposés parfois en colonne que l'on peut étudier soit à l'état vivant, soit à l'aide des réactifs, soit, enfin, montés dans le baume après dessiccation et coloration par les procédés connus de Koch et d'Ehrlich.

Les covers déposés à la surface se peuplent de micro-organismes *aérobies*, ceux du fond de micro-organismes sinon *anaérobies*, dans toute l'acception du mot, du moins n'ayant pas, pour se développer, le même besoin d'oxygène que ceux de la surface. On arrive donc dans une certaine mesure, par ce procédé, à différencier physiologiquement les micro-organismes qui vivent dans une même eau et l'on constate les faits, autant que faire se peut, tels qu'ils se passent dans la nature.

M. Certes estime cependant tout le premier, et il a eu soin de le dire dans toutes ses communications, que pour faire une analyse biologique complète des eaux potables, la méthode des cultures ne doit jamais être laissée de côté bien qu'il ne soit nullement démontré que même avec des gélatines et des liquides nutritifs variés, on obtienne la culture de tous les germes existant dans une eau donnée.

Il faut remarquer, en outre, que l'observateur qui n'est pas outillé pour faire des cultures peut cependant, par les méthodes de Certes, arriver à des conclusions assez précises en procédant par comparaison, comme l'a fait le professeur Maggi pour les eaux du lac Majeur qu'il était question d'amener à Milan (1). On peut toujours, en effet, mettre en expérience, en même temps que l'eau suspecte, une eau de source voisine qui se trouve éprouvée par le fait même que ceux qui en boivent ne sont soumis à aucune maladie infectieuse ou épidémique. Ces expériences comparatives, si elles ne sont pas absolument concluantes, sont tout au moins fort instructives.

(1) Prof. L. Maggi. *I Protisti e la acque potabili*. Pavie, 1881.

**Examen microscopique des eaux de pluie** (1). — Pour faire cet examen, il est nécessaire d'employer au moins un grossissement de 500 diamètres. On aperçoit alors dans l'eau un grand nombre de corpuscules divers, appartenant aux règnes animal, végétal ou minéral; des grains de sable, de calcaire, de charbon, des débris d'étoffe, de bois, des parcelles animées de mouvement brownien, des grains de fécule, des grains de pollen, et quelquefois des bactéries. M. G. Tissandier, qui faisait ses observations au bord de la mer, a même rencontré une stellaire microscopique à douze rayons. Ainsi que nous l'avons vu dans le chapitre précédent, la nature des corpuscules que l'on trouve dans les eaux de pluie varie suivant les lieux où les observations sont faites.

**Corpuscules contenus dans l'eau de rosée.** — G. Tissandier (*loc. cit.*, p. 30) a étudié au microscope des gouttes de rosée recueilllies sur un brin d'herbe, ou formées artificiellement au moyen d'un mélange réfrigérant placé dans un tube de verre: cet auteur a également fait usage d'éther à travers lequel il faisait passer un courant d'air. Cette eau de rosée renfermait des corpuscules indéterminés et animés d'un double mouvement de trépidation et de progression très intense, des microzoaires, des bactéries et des monades. Les produits végétaux seraient également très abondants, et M. Tissandier y aurait reconnu des grains de pollen, des grains de fécule, des sporules, des mousses, etc. Cet auteur a également figuré dans son ouvrage des produits ayant l'aspect de mousses et de moisissures, d'un beau jaune clair ou d'un vert très tendre; des algues, des corpuscules minéraux à surface angulaire, très noirs, des corps amorphes très transparents, de la silice, etc. Les déterminations de G. Tissandier manquent un peu de précision pour ce qui regarde les substances végétales, il y aurait sur ce point de nouvelles recherches à faire.

Les nombreux corpuscules que l'on rencontre dans les eaux de pluie, dans la rosée, proviennent de l'air; c'est donc dans l'air qu'il faut chercher l'origine de ces différents produits.

(1) G. Tissandier, *Les Poussières de l'air*. Paris, 1877.

# CHAPITRE XXVI

## EXAMEN DES CHEVEUX ET DES POILS AU POINT DE VUE DE LA MÉDECINE LÉGALE.

L'examen des poils a une très grande importance en médecine légale. Il arrive fréquemment que l'expert a la mission de déterminer si des poils trouvés adhérents à un objet, hache, couteau, bâton, chaussures, sont des cheveux ou des poils appartenant à un animal quelconque. Des erreurs ont été commises à la suite d'un examen superficiel; c'est ainsi que des poils blancs, provenant d'un lapin, ont été pris pour des cheveux d'un vieillard, que des poils adhérant à la semelle d'une chaussure, ont été également considérés comme des cheveux, jusqu'à ce que l'examen microscopique ait montré qu'ils provenaient soit d'une vache, soit d'un cheval.

Les détails dans lesquels nous allons entrer feront mieux comprendre de quelle importance est en médecine légale connaissance des différents caractères que présentent les poils. Parmi les recherches publiées sur ce sujet, nous signalerons la thèse inaugurale du D^r Johannet sur le *Poil humain* (1) à laquelle nous ferons de nombreux emprunts. Plus récemment le D^r Alp. Jaumes, professeur de médecine légale à la Faculté de Montpellier, a publié un important travail critique et un certain nombre d'observations sur cette question (2); il s'est attaché plus spécialement à déterminer les caractères qui peuvent permettre de distinguer les poils de l'homme de ceux des animaux.

Nous commencerons par l'étude du cheveu humain, dont la parfaite connaissance s'impose à nous, si nous ne voulons pas commettre quelque erreur grave, ainsi que nous en donnerons tout à l'heure des exemples.

(1) Paris, Octave Doin, 1878.
(2) *Poils de l'homme et des animaux*. Montpellier Médical 1882.

Soit que l'on ait à examiner un cheveu, un poil, d'une région quelconque du corps, un cil ou un poil follet, l'attention doit se porter également sur la partie libre du poil et sur le follicule appelé communément la racine du poil, mais qui la comprend avec ses annexes.

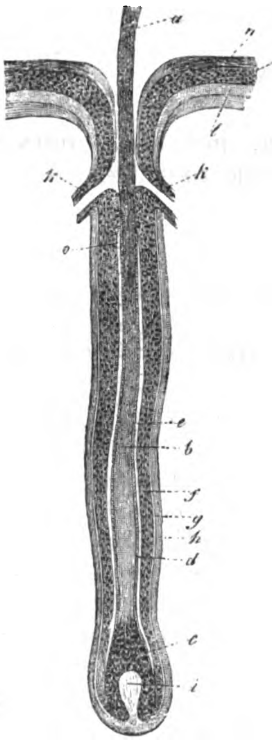



Fig. 531. — Poil et follicule pileux de moyen volume, grossis 50 fois — *a*. Tige du poil. — *b*. Sa racine. — *c*. Bulbe pileux. — *d*. Épiderme du poil. — *e*. Gaine interne de la racine. — *f*. Sa gaine externe. — *g*. Membrane amorphe du follicule pileux. — *h*. Couches de fibres transversales et longitudinales de ce dernier. — *i*. Papille du poil, — *k*. Conduits excréteurs des glandes sébacées, avec leur épithélium et leur couche fibreuse. — *l*. Derme au niveau de l'embouchure du follicule pileux. — *m*. Couche muqueuse. — *n*. Couche cornée de l'épiderme, s'étendant un peu dans l'intérieur du follicule — *o*. Terminaison de la gaine interne de la racine du poil. (Kölliker.)

**Structure du poil.** -- Le poil est surtout constitué : 1° par la *substance corticale ou fibreuse* qui est l'élément fondamental ; 2° par la *moelle ;* 3° par l'*épiderme*.

Pour bien étudier la substance corticale, Kölliker conseille de traiter le cheveu par l'acide sulfurique et par la chaleur ; il devient alors facile de diviser la substance corticale en longues fibres aplaties. Ces fibres ont pour caractères d'être rigides, friables, et de présenter des irrégularités. des dentelures de leurs bords et de leurs extrémités. Elles constituent le tissu cortical. Celui-ci est strié dans sa longueur et transparent dans les cheveux blancs, mais le plus fréquemment il contient de la matière colorante plus ou moins régulièrement distribuée, tantôt uniformément répandue dans tout le tissu, tantôt réunie en certains points sous forme de taches allongées ou granulées. Dans les cheveux blonds, les fibres isolées par le procédé indiqué plus haut sont d'une couleur claire ; elles sont d'une coloration plus ou moins foncée dans les cheveux bruns ou noirs. Ces fibres elles-mêmes peuvent être considérées, d'après Kölliker, comme formées de cellules allongées et aplaties. Les taches que l'on rencontre dans le tissu cortical, abondantes surtout dans les cheveux très foncés, sont formées par des amas de granulations pigmentaires. Ce tissu doit également sa coloration à un principe colorant dissous qui imprègne complètement la substance des lamelles. Ce pig-

ment *grenu* offre toutes les colorations que peuvent présenter les cheveux, depuis le jaune clair jusqu'au noir, en passant par le rouge et le brun. La matière colorante *dissoute* presque nulle dans les cheveux blancs est, d'après Kölliker, en petite quantité dans les cheveux blond clair; elle est très abondante, au contraire, dans les cheveux châtains ou roux, ainsi que dans les cheveux noirs, où elle suffit à elle seule pour produire une coloration rouge mélangée de brun. C'est à ces deux matières colorantes (pigment grenu et matière colorante dissoute) que les cheveux doivent leur coloration; tantôt l'une domine, tantôt l'autre; dans les cheveux très colorés, elles sont à peu près également réparties.

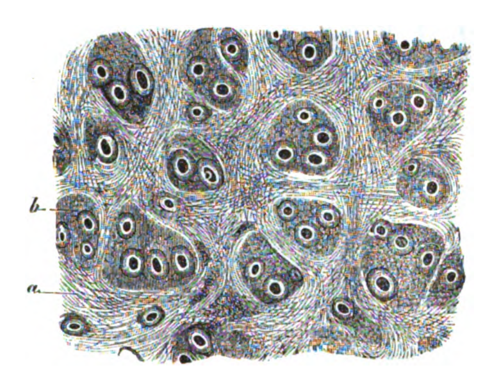



Fig. 532. — Section horizontale du cuir chevelu, traitée par l'acide acétique (faible grossissement). — *a*. Faisceaux de tissu conjonctif entre-croisés. — *b*. Groupes de follicules pileux. (Kölliker.)

D'après Hager, le pigment de la corde médullaire et des lacunes intrafibrillaires de la gaine médullaire et de la couche corticale ne forme qu'en partie le fond de la nuance des cheveux. Celle-ci dépend surtout de la coloration de la couche corticale. La substance fibreuse cornée est noire ou plutôt gris foncé dans les fibres isolées des cheveux noirs, dans les cheveux roux elle est rouge, dans les cheveux châtains elle est brune, dans les cheveux blancs elle est jaune. Le degré d'intensité de ces colorations dépend de la quantité de matière grasse élaborée par les glandes annexes du cheveu, ou ajoutée.

Suivant Hager, le phénomène du grisonnement des cheveux n'est pas dû à la disparition du pigment, mais se produirait par suite d'une élaboration moins considérable de la matière grasse, ou plutôt par une sorte de mortification de la substance corticale qui, devenant opaque, ne se laisse plus traverser par la lumière à peu près comme un écheveau de verre filé. Aussi un cheveu blanc peut-il encore contenir des cellules de pigment, dans la corde et la gaine médullaires, comme avant sa décoloration.

Outre ces éléments, le tissu cortical présente encore des lignes foncées ou lignes de démarcation des fibres cellulaires, ou bien les noyaux

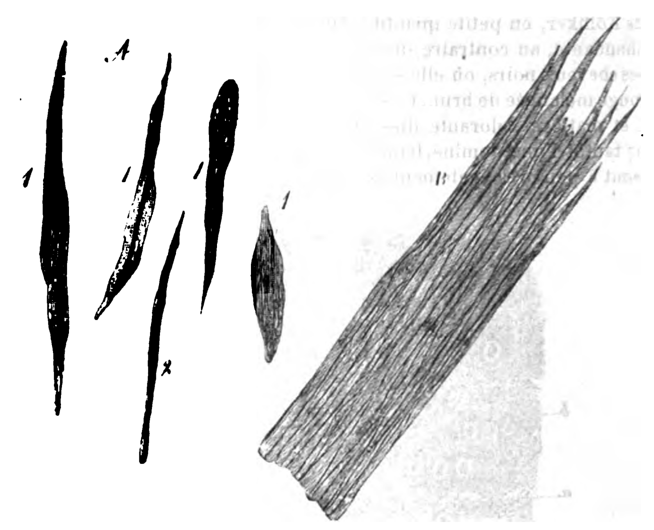



Fig. 533. — Lamelles ou fibres-cellules de la substance corticale d'un poil traité par l'acide sulfurique. — Grossissement de 350 D. — A, 1. Lamelles isolées vues de face (trois sont isolées et deux sont unies entre elles); 2, vues de profil. — B. Couche composée d'un grand nombre de lamelles semblables aux précédentes. (Kölliker.)

mêmes de ces éléments anatomiques, comme le montre une figure ci-contre de Kölliker. Cette structure du tissu cortical se poursuit jusque dans la moitié inférieure de la racine. Les cellules perdent de plus en plus leur structure fibreuse, tendent à devenir sphériques, et prennent des propriétés physiques différentes; l'acide acétique les altère alors qu'il était sans action sur les éléments fibreux de la partie immédiatement supérieure du poil, et elles sont gonflées, puis dissoutes par l'action des alcalis.




Fig. 534. — Cellules de la portion la plus profonde du bulbe. grossies 350 fois. — *a*. Cellules d'un bulbe coloré, à granulations pigmentaires qui cachent un peu le noyau. — *b*. Cellules d'un cheveu blanc, à noyau distinct et renfermant peu de granulations. (Kölliker.)

Le tissu fibreux est résistant et élastique; il est de plus très hygroscopique.

L'eau oxygénée fait subir de profondes modifications à la matière colorante des cheveux; c'est par son emploi que l'on obtient ces cheveux blond clair qui ont été récemment très en faveur.

Dans l'*albinisme*, il y a absence congénitale de matière colorante Lorsque les cheveux blanchissent sous l'influence de l'age ou d'émotions morales très

vives, la décoloration se fait par la partie libre du cheveu et va progressivement jusqu'à la racine.

*De la moelle.* — L'existence de la moelle dans les cheveux n'est pas

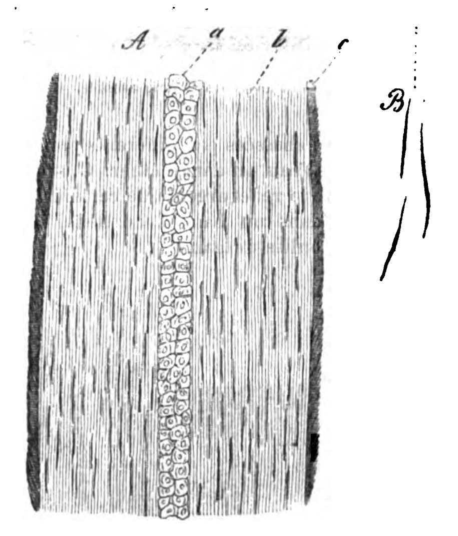



Fig. 535. — A. Fragment d'un cheveu blanc traité par la soude et grossi 350 fois. — a. Cellules à noyau de la moelle, sans air. — b. Substance corticale finement striée, avec noyaux linéaires. — a. Épiderme à lamelles un peu plus détachées que d'ordinaire. — B. Trois noyaux linéaires de la substance corticale, représentés isolément. (Kölliker.)

constante, elle manque très souvent dans les poils follets et dans les cheveux colorés, elle manque rarement, au contraire, dans les poils courts et gros, et dans les poils longs, ainsi que dans les cheveux blancs. (Kölliker.) Elle apparaît au-dessus du bulbe et va jusqu'au voisinage de la pointe. Suivant Kölliker, elle occupe le centre du poil; mais, d'après G. Pouchet, sur certains poils à courbure sensiblement régulière (moustaches, cils, etc.), la moelle n'occupe pas le centre du poil, elle est légèrement reportée du côté de la convexité. Pour rendre bien apparente la structure cellulaire de la moelle, il faut, comme Kölliker, faire bouillir des cheveux blancs dans de la soude caustique, jusqu'à ce qu'ils enflent et se crispent. En dilacérant avec précaution un poil traité de cette façon, on peut isoler des cellules de la moelle.



Fig. 536. — Deux cellules de l'écorce de la racine du poil (portion finement striée, située immédiatement au-dessus du bulbe), à noyau distinct et d'un aspect strié. (Grossissement de 350 D.) (Kölliker.)

Lorsque les cellules de la moelle reçoivent la lumière réfléchie, elles

sont d'un blanc d'argent, elles sont noires au contraire à la lumière transmise. Les granulations des cellules sont formées par des petites

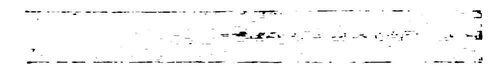


Fig. 537. — Cheveu de femme albinos.

bulles d'air qui peuvent être chassées par différents procédés, et en particulier par l'ébullition dans l'eau ou dans l'éther. C'est à la présence de ces bulles d'air que serait dû le reflet argenté de certains cheveux blancs. Quand le corps est plongé dans un bain d'eau tiède, il se dégage des poils un certain nombre de bulles de gaz.




Fig. 538. — Portion de la racine d'un cheveu foncé, traitée légèrement par la soude (grossissement de 250 diamètres). — *a.* Moelle encore remplie d'air, et dont les cellules sont assez évidentes. — *b.* Écorce présentant des taches pigmentaires. — *c.* Couche interne de l'épiderme. — *d.* Sa couche externe. — *e.* Couche interne de la gaine interne de la racine (couche de Huxley). — *f.* Couche interne fenêtrée de cette gaine (couche de Henle. (Kölliker.)

*Épiderme du poil.* — Le poil tout entier possède un revêtement en contact intime avec le tissu cortical, c'est l'épiderme. Il est formé par des cellules ou lamelles imbriquées comme les tuiles d'un toit. A l'état normal, ces lamelles se révèlent à la surface du poil par des lignes fon-

cées, plus ou moins distantes les unes des autres. Quelquefois, ces lamelles forment sur le bord du poil des dentelures très appréciables. L'emploi de l'acide sulfurique ou de la potasse donne aux bords du poil un aspect feutré dû au redressement des lamelles épidermiques. Ces lamelles sont généralement transparentes et à bords clairs, quadrilatères ou rectangulaires, montrant une sorte de tache claire rayonnée, qui est sans doute le vestige d'un noyau.



Fig. 539. — Huit cellules médullaires contenant un noyau pâle et des granulations graisseuses, prises sur un cheveu qui avait été traité par la soude et grossies 350 fois. (Kölliker.)

Les écailles ont leurs bords tournés vers l'extrémité libre du poil. Grâce à cette disposition, on peut reconnaître, sur un fragment de poil, quel bout regarde le sommet.

*Du follicule proprement dit, paroi folliculaire.* — Le follicule est composé par deux tuniques fibreuses, l'une externe, l'autre interne, et d'une membrane amorphe. La tunique fibreuse externe détermine la forme extérieure du follicule et adhère intimement au derme par son extrémité supérieure. Formée par un tissu conjonctif, cette tunique renferme, en outre, des vaisseaux capillaires et quelques fibres nerveuses.

La tunique fibreuse interne est plus épaisse que la précédente ; elle

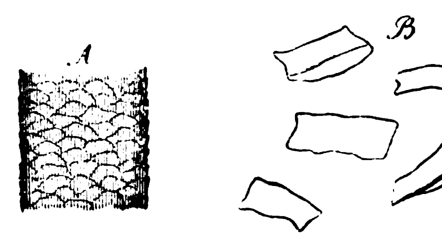



Fig. 540. — A. Surface de la tige d'un cheveu blanc, grossi 160 fois. Les lignes onduleuses marquent les bords des lamelles épidermiques. — B. Lamelles épidermiques isolées à l'aide de la soude, grossies 350 fois. Elles présentent un ou deux de leurs bords plus ou moins renversés, ce qui les fait paraître foncés. (Kölliker.)

renferme également des capillaires, mais pas d'éléments nerveux suivant Kölliker.

La troisième couche est une membrane hyaline amorphe, qui reste toujours dans le follicule quand on arrache le cheveu. Elle va en s'atténuant vers la profondeur du follicule et se perd sur le collet de la papille dont le tissu est, au contraire, continu avec celui de la paroi folliculaire.

L'implantation du follicule est généralement oblique, ce qui permet de disposer les cheveux à l'aide d'un peigne ou d'une brosse suivant une direction déterminée. Quand cette insertion est perpendiculaire, on a ce qu'on nomme vulgairement un épi.

Les glandes sébacées sont annexées aux follicules.

La *papille* du poil (V. fig. 541), appelée également germe du poil, est une partie du follicule qui répond aux papilles du derme. Elle est surmontée par le cheveu qui semble naître d'elle par une multiplication des éléments qui recouvrent immédiatement son tissu.

*Gaines de la racine.* — Situé au centre du follicule, le poil est séparé de la membrane hyaline par les gaines de la racine. La *gaine externe* est la continuation de la couche de Malpighi, et tapisse toute la face interne du follicule pileux. Elle est généralement plus épaisse que la gaine interne.

La *gaine interne* est une membrane transparente qui part du fond du follicule pour s'étendre jusqu'à son tiers supérieur, où elle se termine par un bord tranchant. Elle s'applique directement sur la gaine externe et est constituée par des cellules polygonales et allongées.

*Épiderme de la gaine interne.* — La gaine interne est tapissée extérieurement par une troisième couche épithéliale qui se trouve en contact immédiat avec l'épiderme du poil dont il paraît la continuation. Ses cellules offrent une disposition analogue, mais elles sont imbriquées à l'inverse, se recouvrant de telle sorte qu'elles se dépassent les unes les autres par leur bord inférieur qui reste libre du côté de l'axe du follicule.

Fig. 541. — Section transversale d'un cheveu et de son follicule un peu au-dessous de la portion moyenne de ce dernier. (Grossissement de 350 D.) — *a.* Couche à fibres longitudinales du follicule, peu développée. — *b.* Couche à fibres transversales avec corpuscules de tissu conjonctif. — *c.* Membrane vitrée. — *d.* Gaine externe de la racine. — *e.* Gaine interne de la racine, couche externe. — *f.* Couche interne de cette gaine. — *g.* Épiderme du follicule. — *h.* Épiderme du cheveu. — *i.* Cheveu. (Kölliker.)

On doit considérer deux formes de cheveux ou de poils :

1° Le poil en bouton, de *Henle* (Haarknopf), ouvert inférieurement. — La racine est renflée à son extrémité inférieure (bulbe de la racine) et présente une cavité ouverte inférieurement qui coiffe ou qui embrasse la papille située au fond du follicule.

2° Le poil en massue, de *Henle* (Haarkolben); son extrémité

inférieure est ramifiée comme la racine d'un végétal et plongée directement dans un amas épithélial se continuant avec la gaine extérieure.

En général, ces poils n'ont pas de gaine moyenne, et le cheveu ou le poil se trouve en contact direct avec la gaine externe. On rencontre quelquefois ces poils à une certaine hauteur, dans les cavités folliculaires au fond desquelles on retrouve une papille; quelques-uns de ces mêmes cheveux présentent des débris de gaine moyenne, ce qui a fait penser qu'ils étaient des cheveux à bulbe transformé et sur le point de tomber. Cette forme de racine se rencontre dans les poils follets chez l'adulte et chez l'enfant et dans les cheveux de la mue et de l'alopécie. Elle peut être physiologique.

Œsterlen a considéré les poils en boutons de Henle comme une forme de développement inachevé, tandis que les autres (poils en massue) seraient des poils à développement achevé.

D'autres auteurs, *Unna* (1) en particulier, regardent ces derniers comme des poils qui sont sur le point de tomber. Les premiers, au contraire, seraient des poils typiques, en pleine évolution et jouissant de toutes leurs propriétés physiologiques.

Aussi nous croyons ne pas pouvoir accepter dans toute leur rigueur les deux conclusions suivantes d'Œsterlen : 1° un poil avec une racine *ouverte* n'a pas atteint le terme de son développement, il sera donc regardé comme ayant été arraché lorsqu'il s'agira d'une expertise ; 2° un poil pourvu d'une racine *fermée* est vraisemblablement tombé de lui-même, mais peut aussi avoir été arraché avant le moment de sa chute.

**De la couleur des poils.** — Dans les indications que nous avons données sur la structure du poil, nous avons indiqué à quels éléments et à quels mécanismes ils devaient leur coloration. Si la détermination de la couleur d'un poil n'offre pas grande difficulté, quand on a sous les yeux une couleur très tranchée, il n'en est pas de même lorsque l'on a à déterminer une des couleurs de transition si fréquentes. Il y a générale-

(1) *Arch. für mickr. Anatom.* Bonn, 1876.

ment un rapport assez étroit entre la coloration du poil et celle de la peau (Sappey, Broca, Pruner-Bey) ; cette analogie de coloration se poursuit entre le cheveu et l'iris (Broca, Pruner-Bey). Les trois couleurs principales des poils sont le blanc, le noir, et le rouge feu, qui, par leur association, donnent naissance à ces nuances si variées que nous avons sous les yeux. On peut voir, dans le musée de l'Institut anthropologique de Paris, une gamme de coloration des cheveux, faite par les soins du professeur Broca. Ces différents échantillons ont des origines très diverses et proviennent d'individus appartenant aux deux sexes, et à des races très variées. Ces diverses nuances constituent un cercle complet, passant du noir au blanc par le brun et le gris, et revenant du blanc au noir par le blond et le rouge. Les cheveux de différentes nuances sont disposés de façon à former un passage insensible du rouge vif au rouge sombre, au rouge noir et enfin au noir. Les cheveux les plus clairs sont, comme nous l'avons vu, ceux des albinos.

M. Broca a formé un tableau chromatique numéroté, permettant de distinguer facilement les types caractéristiques.

Ce tableau renferme cinquante-quatre nuances s'appliquant aux cheveux et à la peau; les vingt premiers numéros concernent également l'iris. Les vingt premières nuances sont disposées en séries régulières, à savoir : 1 — 5, nuances brunes : 3 — 10, nuances vertes; 11 — 15, nuances bleues; 16 — 20, nuances grises. Le reste du tableau est disposé autrement ; la multiplicité et la proximité des nuances fondamentales qui relèvent de deux couleurs seulement, jaune et rouge, et de leur mélange en proportions convenables, rendant impossible cette classification, on s'est borné à confronter sur l'un des côtés du tableau les teintes les plus sombres, afin de rendre la comparaison plus facile. On a cherché à faire suivre les autres dans un certain ordre, mais cet ordre n'a pu être régulier, il a fallu plus d'une fois rendre les séries naturelles. Le n° 48 représente le noir absolu (Broca) (1).

Le Dr Johannet insiste avec raison sur l'importance que

(1) Broca, *Bullet. de la Société d'anthrop.*, séance du 4 février 1864. — Tableau chromatique, mémoires de la Société d'anthropologie, t. II, p. 123.

présente ce tableau pour le médecin légiste dans les questions d'identité. Grâce à son emploi, l'expert déterminera plus facilement et plus exactement la nuance d'un ou de plusieurs poils donnés; il pourra même fixer cette coloration par un numéro d'ordre. La simple comparaison de deux poils mis à côté l'un de l'autre ne permettrait pas de distinguer une différence de coloration peu tranchée (1).

Les poils vus en masse paraissent plus foncés que lorsqu'ils sont isolés.

Il faut encore tenir compte, dit le Dr Johannet, de la direction des rayons lumineux. Une chevelure de couleur châtaine donne, par la réflexion des rayons lumineux intenses, des reflets dorés. Si on examine des cheveux au microscope, leur couleur peut se trouver également modifiée. Sous l'influence de la lumière réfractée, les cheveux noirs paraissent acajou brun; les cheveux châtains acajou clair; les rouges jaune clair orangés: les blancs sont transparents avec un léger reflet jaunâtre.

L'usage des corps gras tend à foncer la coloration des poils. On sait que les cheveux, surtout quand ils sont réunis en grand nombre, offrent une résistance considérable. D'après Œsterlen, traduit par Johannet, cette résistance des cheveux mérite de fixer l'attention du médecin légiste. « Que l'on trouve des cheveux brisés sur un marteau, sur une pierre, cet état fragmenté des cheveux devra faire supposer l'emploi d'une telle force qu'un plan d'appui résistant, comme un os, aurait été du même coup infailliblement brisé. En outre cette solidité démontre que les cheveux ou poils sont plutôt déracinés que brisés dans leur tige; d'où cette conséquence : quand la racine fait défaut, il est difficile *a priori* de croire à un arrachement. Quand une touffe de cheveux est prise par une machine, il arrive même encore bien plus fréquemment qu'il y a arrachement du cuir chevelu, qu'avulsion simple des cheveux » (2).

Le corps tout entier est couvert d'un duvet plus ou moins

(1) Séparés de l'organisme, les cheveux pâlissent avec le temps.

(2) Nous indiquons plus loin sur quelles raisons nous nous fondons pour ne pas accepter les déductions d'Œsterlen.

abondant, quelquefois si fin qu'on ne l'aperçoit que dans une certaine direction et à l'aide d'une lumière assez intense. Les seules régions dépourvues de poils sont la paume des mains et la plante des pieds, le dos des dernières phalanges des doigts et des orteils, la partie interne du prépuce, le gland et le clitoris. D'après Eschricht, les poils et surtout le duvet affecteraient une disposition spéciale tant à la tête que sur le corps et ses extrémités. Cette disposition serait analogue à celle de tourbillons, de courants, de croix.

Le Dr Johannet a, d'après les travaux d'Œsterlen, rapporté les variations subies par le poil. Nous donnerons ci-après le résultat de ces recherches. Les modifications que peuvent présenter les poils d'un même individu sont en rapport : 1° avec le *lieu d'implantation;* 2° avec l'*âge;* 3° avec le *sexe.*

1° *Variations suivant le lieu d'implantation.* — C'est sur la longueur des poils d'un homme adulte qu'on s'est appuyé pour faire une classification. On distinguera donc :

1° Longs poils du crâne (cheveux);

2° Longs poils de la face (barbe);

3° Longs poils du corps (pubis, aisselle, anus);

4° Courts poils colorés de la face (cils, sourcils, vibrisses);

5° Courts poils colorés du corps (poitrine, abdomen, membres);

6° Poils rudimentaires du duvet (presque toute la surface du corps).

C'est généralement dans cet ordre de longueur décroissante que se présentent les poils; mais il peut se produire des anomalies : 1° par accroissement extraordinaire de certains poils; 2° par le remplacement du duvet de certaines régions par des poils; 3° par la transformation du duvet en poils (observée chez les hommes dits *chiens*).

L'*épaisseur* des poils varie suivant la région observée; toutefois, dans une même région, on peut observer des différences. Aussi, quand on veut déterminer un caractère quelconque d'un poil appartenant à une région déterminée, faut-il faire porter l'examen sur un grand nombre de poils; un poil unique ne saurait en aucun cas fournir de caractères suffisants pour que l'on puisse sûrement en déduire son origine.

*Ordre de décroissance dans l'épaisseur des poils chez l'homme adulte :* Barbe du menton, — pubis, moustaches, — joues, — sourcils, — scrotum, — aisselles, — vertex, tempes, — cils, bregma, — front, — narine, — nuque.

La *couleur* varierait également suivant les régions, mais ces variations ne sont pas constantes ; le duvet est en général peu coloré. — Les poils de l'aisselle, ceux des organes génitaux chez la femme, sont en général moins colorés, en raison sans doute de l'action exercée d'une part par la sueur et de l'autre par le mucus et par l'urine. La barbe a généralement une coloration plus claire que la chevelure ; les teintes blondes et rouges prédominent ; au pubis, il y a prédominance des teintes extrêmes (roux et noir).

Les caractères tirés de la forme et de l'aspect du poil n'ont point de constance suffisante pour pouvoir être utilisés.

Voici d'après Œsterlen (traduit par Johannet) le tableau de l'épaisseur des cheveux.

Épaisseur à différents points du crâne :

| | | |
|---|---|---|
| Chez l'homme | = 0mm.075 | |
| | = 0 .068 | |
| | = 0 .062 | |
| | = 0 .054 | |
| Chez la femme | = 0 .076 | |
| | = 0 .065 | |
| | = 0 .077 | |
| | = 0 .058 | |
| Chez le vieillard | = 0 .050 | 0mm.063 |
| Chez un enfant de 15 ans | = 0 .050 | 0 .062 |
| Chez un enfant de 6 à 18 mois | = 0 .034 | 0 .034 |
| Chez l'enfant de 12 jours | = 0 .020 | 0 .026 |

On a tiré la conclusion suivante de ces chiffres : « tout poil qui a plus de 0mm,08 d'épaisseur n'est pas un cheveu. » Cette conclusion toutefois ne semble pas répondre à la réalité. Le Dr Jaumes (loc. cit.), dans ses recherches sur ce point, a noté que très fréquemment les cheveux dépassent 0mm,08 en épaisseur.

La largeur d'un cheveu n'est pas uniforme dans toutes les

parties. Le diamètre transversal atteint son maximum au centre du poil, qui va en s'effilant vers l'extrémité et vers la racine. Cette différence dans les dimensions du diamètre transversal n'est appréciable qu'à l'aide de moyens de mensuration très délicats.

L'examen de la pointe du cheveu offre de l'importance, parce que les cheveux et la barbe sont généralement les seuls

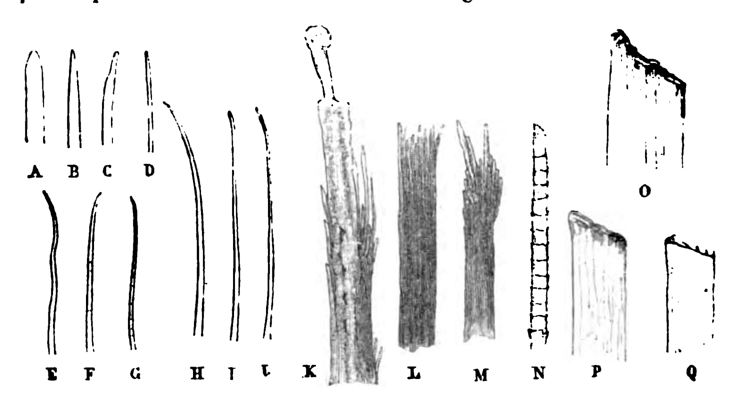



Fig. 542. — Différentes formes de pointes. — Cils, pointes. A, B, C (adultes). — D. Fœtus de 4 mois et demi. — E, F, G. Pointes de cheveux d'un enfant nouveau-né. — H, I, J. Pointes de poils de duvet recueillies sur le dos d'un enfant nouveau-né. (Ces pointes ne sont pas pures, souvent elles sont brisées ou tordues, soit en raison de leur séjour dans le liquide amniotique, soit par les onctions faites sur le nouveau-né pour le débarrasser de son enduit fœtal). — K, L, M, N. Differentes formes de pointes de cheveux de femme. — O, P. Pointes de cheveux coupés depuis trois mois (homme). — Q. Pointe de cheveu immédiatement après la section. — Surface de séparation plus nette que dans le cas précédent. (Pour les cheveux follets la pointe est plus ou moins obtuse suivant que le cheveu a été plus ou moins bien abrité contre le frottement.)

qui soient soumis à l'action des ciseaux ou des rasoirs. Un cheveu qui n'a pas été coupé présente une pointe conique plus ou moins fine se fondant insensiblement avec la portion large de la tige; les longs poils du corps ont également une pointe disposée d'une façon analogue (1). L'action des ciseaux ainsi que celle des rasoirs impriment au poil des caractères sembla-

(1) Cette conclusion n'est pas absolument conforme à la réalité; il suffit, en effet, d'examiner des cheveux de femme pour voir que la pointe, bien que n'ayant jamais, ou du moins depuis fort longtemps, subi l'action des ciseaux, présente toutes les variétés de déformation dues à l'usure, au frottement ou à la cassure.

bles, Voici quels sont les caractères de la pointe des cheveux, immédiatement après la section à l'aide d'un instrument tranchant : « *Surface de séparation nette, transversale ou oblique*, d'où proéminent généralement quelques fibres corticales ou des écailles épidermiques. Dans les premières semaines, l'*action du frottement* par la brosse ou le peigne a fait disparaître les inégalités de la surface de section. Après douze semaines, il y a encore une surfaee de séparation à bords nets. Puis, peu à peu *le poil s'amincit de nouveau à cette extrémité libre, mais sans jamais atteindre la finesse de la pointe primitive*. Donc, comme il n'y a pour ainsi dire pas d'homme, dans nos pays civilisés, qui ne se fasse pas couper les cheveux, on peut regarder une extrémité libre transversale ou oblique, de forme *semi-ovalaire et non effilée, comme caractéristique des cheveux*. »

On peut cependant trouver, sur la tête d'une personne dont on a coupé les cheveux, quelques-uns de ceux-ci présentant encore une pointe effilée, soit qu'en raison de leur moindre longueur ils aient échappé à l'action des ciseaux, soit qu'ils appartiennent à une nouvelle poussée. Quand un cheveu a été coupé au niveau de la moelle, celle-ci n'atteint plus jamais l'extrémité du poil. (Œsterlen.)

*Poils de barbe*. — La longueur ne fournit pas de caractères.

*Épaisseur* $= 0^{mm},125$ (menton).
$= 0^{mm},115$ (moustache).
$= 0^{mm},104$ (joues) (Œsterlen).

Le caractère tiré de l'épaisseur n'est pas absolu, cependant seuls les poils du pubis ont une épaisseur semblable ($0^{mm},121$). Leur épaisseur est à peu près uniforme sur toute leur étendue. L'action des ciseaux et du rasoir produit, sur les poils de barbe, le même aspect que sur les cheveux.

**Caractéristique d'un poil de barbe.** — « Plusieurs poils étant donnés longs de 4 à 6 centimètres, larges de $0^{mm},126$ avec tige d'épaisseur uniforme, frisée, à pointe constituée par une surface de section oblique, non amincie, sans inégalités, peuvent être considérés comme des poils de barbe. »

**Poils de l'aisselle, du pubis, du scrotum, des grandes lèvres**, etc. — *Longueur* ne dépassant guère 8 *centimètres.*

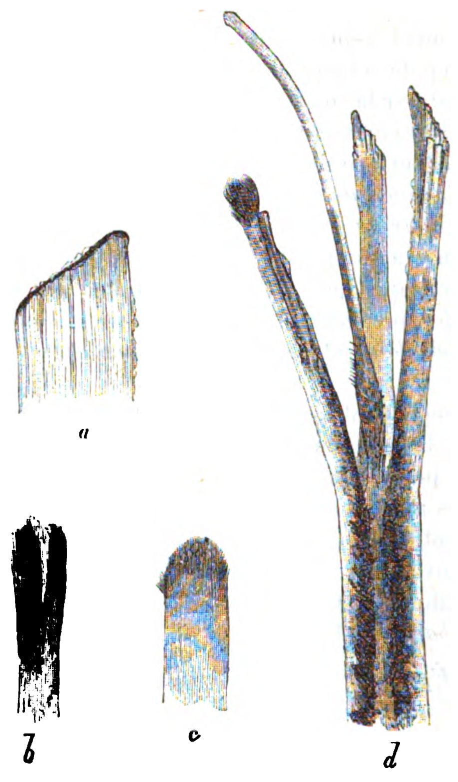



Fig. 543. — Différentes formes de pointes. — *a*. Pointe sectionnée. — *b*, *c*. Pointe en balai. — *d*. Pointe fendillée.

| | | |
|---|---|---|
| *Épaisseur des poils du pubis* | chez l'homme | = 0mm,121 |
| — | chez la femme | = 0mm,115 |
| Poils de l'aisselle (homme) | | = 0mm,077 |
| — (femme) | | = 0mm,076 |
| Poils du scrotum | | = 0mm,084 |

Les caractères tirés de l'épaisseur de ces poils n'ont pas une très grande importance. C'est ainsi que les poils du pubis ressemblent aux poils de la barbe, les poils de l'aisselle aux che-

veux. Les poils du scrotum dépassent le diamètre ordinaire des cheveux. On peut percevoir même à l'œil nu l'amincissement des deux extrémités du poil. Bien que la présence de la moelle soit constante, elle n'est pas caractéristique.

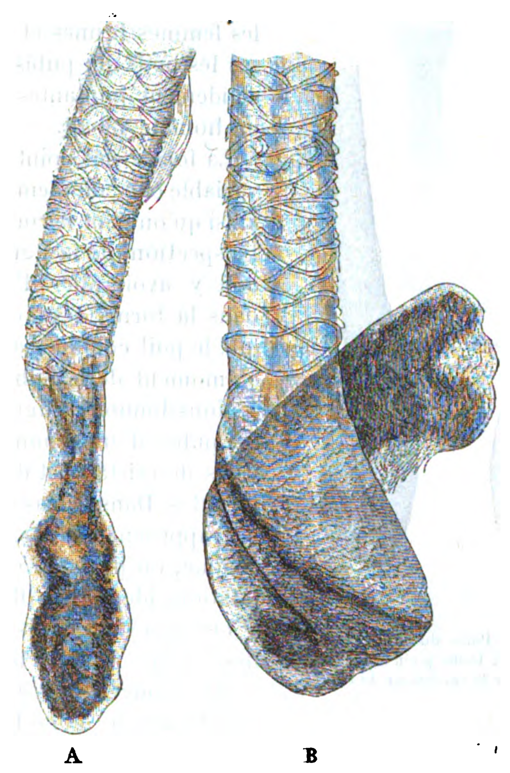



Fig. 541. — Poils de barbe (menton). — Racines obtenues par arrachement. Elles appartiennent à deux formes différentes. — Sur la surface de la tige on voit les écailles épidermiques renversées par la traction exercée sur le poil. — A. Poil à bulbe plein ou en massue (Henle). — B. Poil à bulbe creux ou en bouton (Henle).

Les poils du pubis se distinguent par leur tendance à être crépus. La coupe est presque toujours ovale ou elliptique; la couche du périderme est inégale, noueuse, écailleuse par suite de l'enlèvement partiel de la substance cornée. Le poil du pubis des hommes est généralement plus mince que celui des

femmes. La racine du premier est plus épaisse et noueuse; la racine du poil pubien de la femme n'est pas plus épaisse que la tige. Le poil du pubis des femmes est très facile à arracher, dit Hager, en raison de son implantation superficielle; il en est de même chez les hommes à peau fine. Réciproquement chez les femmes brunes et vigoureuses les poils du pubis sont plus solidement implantés que chez un homme blond.




Fig. 545. — Poils du pubis (homme). — Racine à bulbe plein ou en massue (tombée par le frottement de la main; peau fine).

La forme des pointes est très variable chez un même individu, ainsi qu'on peut le constater par l'inspection de la figure 540. Il doit y avoir plus d'uniformité dans la forme des pointes lorsque le poil commence à croître, au moment de la puberté.

Nous donnons la figure de poils du pubis d'une femme, recouverts de cristaux et de spermatozoïdes. Dans un cas de viol, ou de rapprochement sexuel quelconque, on peut faire des constatations identiques (fig. 541).

Les poils de l'aisselle sont lisses à la sortie de la peau, ils sont recouverts, ensuite, dans leur longueur, d'une foule d'excroissances sous formes d'écailles ou de verrues qui résultent de la destruction partielle de l'épiderme par l'effet de la transpiration et du frottement. La pointe est conique et émoussée, la couleur est généralement rougeâtre. (Hager.)

Les poils qui recouvrent la poitrine ressemblent beaucoup à ceux de l'aisselle. Généralement ils sont plus courts et moins souvent rouges. La racine est charnue et épaisse. La pointe en massue.

Les poils du dos de la main de l'homme ont une pointe en massue aussi épaisse et quelquefois davantage que la tige. La

racine est plus mince que la tige. Les poils de l'avant-bras et du bras leur sont semblables, seulement leur pointe est fendue par suite du frottement des habits. (Hager.)

Le poil qui recouvre les extrémités féminines ont presque toujours les caractères du duvet.

Hager pense que l'on peut distinguer les cheveux d'un homme de ceux d'une femme par la racine, qui est plus épaisse chez l'homme. La lessive caustique détruirait également plus rapidement les cheveux de la femme que ceux de l'homme.

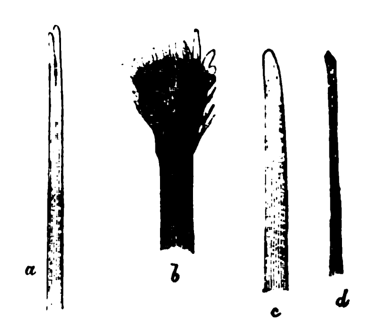


Fig. 546. — Poils du pubis (homme). — Variétés de pointes. — *a.* Pointe fendillée et très effilée. — *b.* Pointe en balai contenant des corps étrangers. — *c.* Pointe obtuse. — *d.* Pointe cassée (poil fin).

Le poil des favoris est très épais et à périderme très inégal. La racine est plus mince que la tige. Le poil des favoris des hommes qui entrent facilement en transpiration présenterait, d'après Hager, dans la couche péridermale des élévations foncées, punctiformes.

Les poils du nez (vibrisses) seraient généralement d'un extérieur très inégal, pleins de gonflements sous forme de verrues. Ils se terminent en une pointe fine, et la racine montre sur une coupe longitudinale la forme d'une guitare. (Hager.)



Fig. 547. — *a, a.* Poils du mont de Vénus avec spermatozoïdes et cristaux. — *b.* Pointes.

Les poils de l'intérieur de l'oreille ressemblent beaucoup à ceux du nez, seulement ils sont moins rugueux et se terminent plus en cône. (Hager.)

Les sécrétions, sueur, mucus vulvaire, urine, exercent sur les poils des modifications variables et qui ne les atteignent pas tous. De plus, l'action exercée sur les poils par les diverses

sécrétions varie avec les individus. Elles agissent d'une façon analogue à l'acide sulfurique ou à la potasse en solution ; leur action s'exerce surtout sur la tige et sur la pointe du poil : la cohérence des fibres corticales périphériques est détruite ; il y a production sur la tige de dentelures irrégulières, de renflement, et éparpillement de la pointe en un pinceau de fibres. Le frottement du vêtement active encore cette division de l'extrémité du poil. Entre ces fragments du poil, s'arrêtent des poussières ainsi que des débris organiques qui donnent à l'extrémité du poil un aspect très variable et le fait ressembler tantôt à une massue, tantôt à une pelle, etc. (Œsterlen, Hoffmann.)

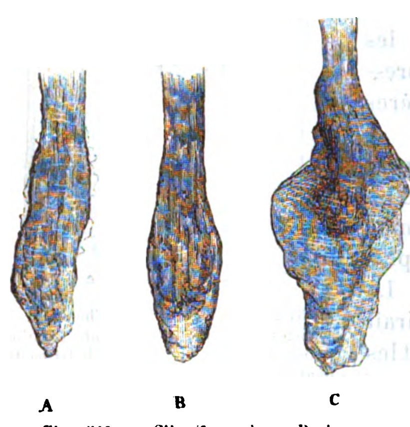



Fig. 548. — Cils (femme). — Racines par arrachement, à bulbe plein).

Le même phénomène peut se produire sur les poils de barbe et sur les cheveux, soit par l'effet d'une affection du cuir chevelu, ou de l'emploi intempestif de cosmétiques qui donnent au cheveu une grande fragilité.

La sueur paraît agir sur les poils en les décolorant partiellement. C'est ainsi que chez des individus bruns on peut trouver dans les aisselles des poils roux.

*Résumé des caractères des longs poils du corps.* — Étant donnés des poils entiers de 4 à 8 centimètres — frisés, aplatis — d'un diamètre supérieur à $0^{mm},1$, l'extrémité libre ne présentant pas une section nette, une pointe terminée assez brusquement (comme dans la barbe) ou bien offrant, au contraire, un renflement irrégulier, opaque, terminal ; on a vraisemblablement sous les yeux des *poils du pubis.* Avec une largeur de tige inférieure à $0^{mm},09$ on serait en droit de penser à des poils de l'*aisselle* ou du *scrotum.*

Généralement la tige de ces longs poils est caractérisée par des dépôts sudoraux ou autres qui les recouvrent.

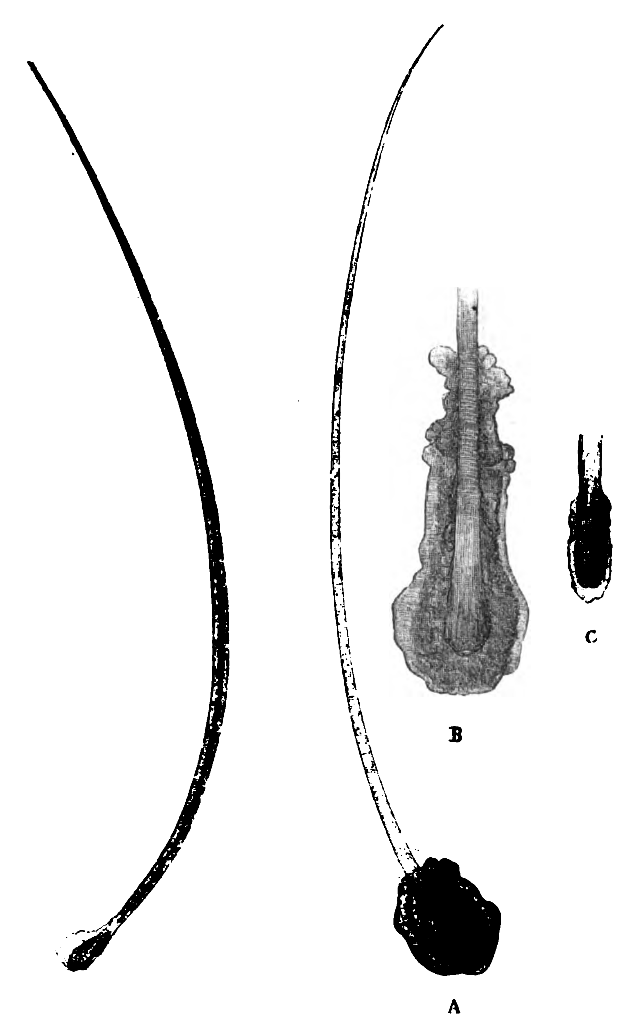



Fig. 549. — Cil (femme brune) obtenu par arrachement.

Fig. 550. — Cils. — A. Fœtus de 4 mois 1/2. Cil arraché. — B. Racine complète très grossie. — C. Une autre forme de racine. — Bulbe plein avec débris de la gaine externe.

*Poils courts et colorés du corps* (*abdomen, poitrine, membres*). *Longueur de 1 à 2 centimètres.*

*Épaisseur* variable, moindre sur les membres que sur le corps.



Fig. 551. — Cil (nouveau-né, garçon, 10 jours). — Racine obtenue par arrachement. — La partie inférieure de la racine existe souvent seule (bulbe plein avec débris des gaines externe et interne). Les cils sont plus gros que les sourcils et vont en s'atténuant régulièrement jusqu'à la pointe; celle-ci est un peu moins fine que celle des sourcils. Les cassures présentent le même aspect que pour ces derniers.

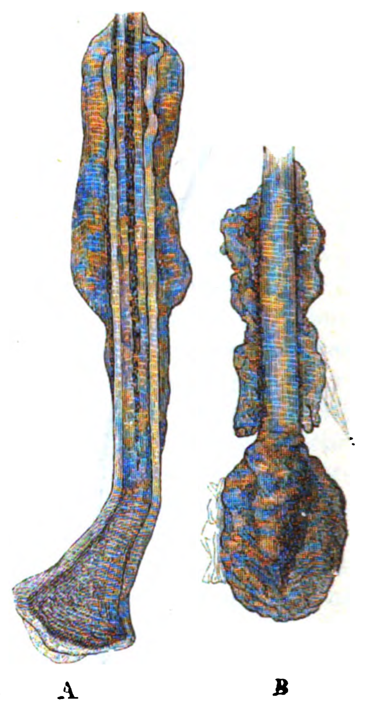



Fig. 552. — Sourcil (femme). — Racines (par arrachement). — A. Bulbe creux avec débris de la gaine interne et de la gaine externe. — B. Bulbe plein avec débris de la gaine externe.

*Coloration* d'autant moins prononcée que ces poils sont plus courts.

Effilement net des deux extrémités. L'extrémité supérieure du poil s'émousse par le frottement continu des vêtements. Cette extrémité peut alors présenter des contours anormaux très irréguliers, et se montre arrondie, demi-ovale ou en forme

de bouton. Ils se distinguent des poils courts colorés de la face, par des caractères très nets.

*Poils courts colorés de la face* (cils, sourcils, vibrisses). — Longueur de 1 centimètre au plus.

| | | |
|---|---|---|
| Épaisseur moyenne des sourcils chez l'homme | = | $0^{mm}$,090 |
| — — chez la femme | = | 0 ,059 |
| Épaisseur moyenne des cils chez l'homme | = | 0 ,067 |
| — — chez la femme | = | 0 ,096 |
| Épaisseur des vibrisses chez l'homme | = | 0 ,056 |

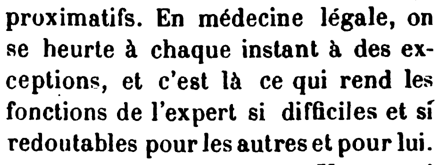
Suivant la remarque du D[r] Johannet, l'épaisseur des cils et des sourcils, comparés dans les deux sexes, donne un rapport inverse : de telle sorte que, tel diamètre étant donné, il peut correspondre à celui d'un sourcil d'homme ou au diamètre d'un cil féminin. Le caractère dominant des poils courts colorés de la face, c'est leur plus grande épaisseur au milieu de la tige qu'à ses deux extrémités. — *Cette diminution du diamètre transversal se fait brusquement en raison du peu de longueur du poil.* Ce caractère suffirait à lui seul pour faire reconnaître un poil de cette nature ; si on y ajoute les caractères tirés de la raideur de ces poils, de leur coloration assez foncée, de l'effilement de leur pointe, on aura des éléments de détermination plus précis encore.

*Mensurations de quelques poils humains, d'après Pfaff.*

| | |
|---|---|
| Duvet d'un nouveau-né de | $0^{mm}$,008 à 01 |
| — du bras d'une jeune fille de | $0^{mm}$,015 |
| — de la lèvre supérieure d'une femme | $0^{mm}$,018 |
| Poils du bras d'un homme | $0^{mm}$,03 à 0,04 |
| Cils d'un homme | $0^{mm}$,04 |
| Poils de l'intérieur de l'oreille | $0^{mm}$,045 |
| Cheveux d'une femme | $0^{mm}$,06 |
| Poils de la main d'un homme | $0^{mm}$,07 |
| Cheveux d'homme | $0^{mm}$,08 |
| Poils du pubis d'un homme | $0^{mm}$,11 |
| — des sourcils d'un homme | $0^{mm}$,12 |
| — des moustaches | $0^{mm}$,13 à 0,14 |
| — du pubis d'une femme | $0^{mm}$,15 |

| | |
|---|---|
| Poils des favoris | 0mm,15 |
| Soies de porc | 0mm,27 |

Nous répéterons, à propos de ce tableau, ce que nous avons déjà dit ailleurs, à savoir, que ces chiffres sont seulement approximatifs. En médecine légale, on se heurte à chaque instant à des exceptions, et c'est là ce qui rend les fonctions de l'expert si difficiles et si redoutables pour les autres et pour lui.



**Duvet ou lanugo.** — Un grand nombre de ces poils sont, ainsi que nous l'avons dit, tellement fins qu'on ne peut les apercevoir qu'à la loupe, ou par l'intermédiaire d'une source vive de lumière. Voici, d'après Œsterlen, quels sont leurs principaux caractères : *ténuité extrême; absence presque complète de coloration; absence de canal médullaire; finesse excessive de la pointe*,

Fig. 553. — Sourcil. — Arraché avec la racine (femme).

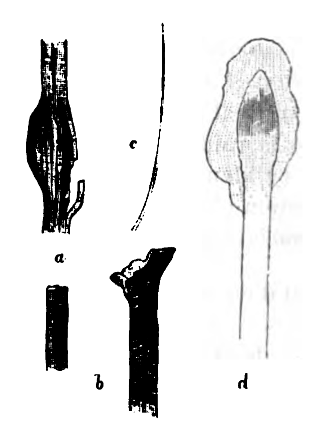



Fig. 554. — Sourcils (arrachés). — Enfant de dix jours (mâle). — *a*. Cassure nette, cassure transversale incomplète en haut et à gauche. — *b*. Cassure complète en entonnoir. — *c*. Pointe. — *d*. Racine. Les sourcils vont en s'atténuant régulièrement, quelques-uns contiennent de la moelle.

Il suffira de jeter les yeux sur nos figures pour voir que la pointe du duvet de femme n'est pas aussi ténue qu'on pourrait le croire. L'absence de coloration n'est pas constante et il y a un certain nombre de poils qui ont un canal médullaire. Sur une même préparation on peut voir des pointes fines et des pointes obtuses. Les pointes arrondies sont les plus fréquentes. Les poils de duvet se brisent facilement et on enlève rarement la racine.

Voici les résultats de quelques mensurations faites par MM. Malassez et Galippe.

| Poils de duvet arrachés sur les bras d'une femme de vingt ans (poils abondants). | 2° Duvet du bras d'une femme de vingt-sept ans (poils rares). | 3° Poils de duvet recueillis sur les bras d'une jeune femme. |
|---|---|---|
| 52 µ | 28 µ | 40 µ |
| 40 | 32 | 44 |
| 28 | 28 | 40 |
| 40 | 28 | 40 |
| 44 | 36 | 36 |
| 32 | 36 | 40 |
| 40 | 28 | 32 |
| 40 | 36 | 36 |
| 40 | 36 | 28 |
| 28 | 24 | 38 |
| Moyenne 38,4 | Moyenne 31,2 | Moyenne 37,4 |

Aucun des poils du duvet de la troisième série ne possédait de canal médullaire, tandis que dans les deux exemples précédents quelques poils avaient un canal médullaire.

**Influence des âges sur les poils.** — Sous l'influence du développement normal et progressif de l'individu, certains poils de duvet acquièrent les caractères du poil proprement dit. Il en est de même des poils qui peuvent présenter un accroissement considérable, dans leur longueur et dans leur épaisseur.

Si dans la plupart des cas la décoloration des cheveux coïncide avec un âge assez avancé, des faits authentiques démontrent, sans qu'on puisse jusqu'ici expliquer le mécanisme de ce phénomène, que des cheveux peuvent blanchir en quelques heures sous l'influence d'émotions morales très vives. Par

l'action des années l'organe sécréteur des cheveux cesse de fonctionner ; le poil, ne recevant plus du matière colorante, blanchit. S'il ne reçoit plus du follicule les éléments nécessaires à son existence, il tombe. L'âge auquel se produisent les cheveux blancs est très variable ; cependant la femme ver-

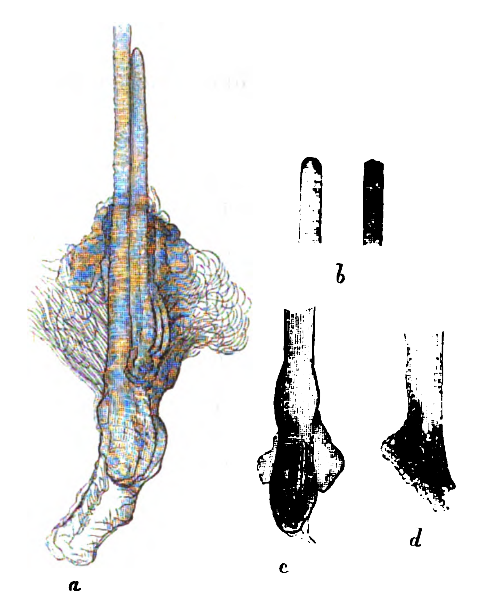



Fig. 554. — *a*. Duvet du bras de femme par arrachement (pointe obtuse du petit poil). — *b*. Pointes. — *c*. Racine. — *d*. Brisure complète.

rait ses cheveux blanchir plus tôt que ceux de l'homme. Cette décoloration se fait de bas en haut, et commence généralement dans la région temporale. La couleur des cheveux n'a guère d'influence, et les cheveux blonds blanchissent aussi bien que les cheveux bruns. Cette décoloration s'étend progressivement à toute la tête, puis à la barbe, et aux autres poils du corps. Suivant la remarque d'Aristote, les poils du pubis seraient les derniers à grisonner. Cette décoloration ne détermine aucune modification dans le poil qui en est le siège.

**Duvet fœtal.** — Ce serait, d'après Œsterlen, vers le cinquième mois de la vie intra-utérine qu'apparaîtraient les premiers poils chez le fœtus. Ces poils sont très fins et presque incolores. Vers le sixième mois on trouve également sur la tête du fœtus des poils très fins, mais prenant bientôt une coloration plus foncée.

Suivant nos propres constatations, les poils apparaissent souvent plus tôt chez le fœtus. C'est ainsi que nous avons pu étudier les poils chez des fœtus de trois mois et demi à quatre mois et demi. Il y a, sur l'époque d'apparition des poils chez les fœtus, à tenir compte, comme dans beaucoup d'autres circonstances, des différences individuelles. Souvent des enfants nés avant terme présentent un développement véritablement remarquable du système pileux ; les joues, le front sont absolument couverts de duvet ; comme le dit plus loin Œsterlen, il est très probable que ces poils tombent dans le liquide amniotique, vers le terme de la grossesse. Des poils de duvet, recueillis sur les joues, sur le front et sur les lèvres d'un fœtus de sept mois, nous ont présenté les caractères habituels des poils de duvet chez le nouveau-né.

Voici quelques mensurations faites sur du duvet recueilli : 1° sur le dos d'un garçon au moment de sa naissance ; 2° sur le dos d'une fille âgée de deux jours.

| 1° Duvet recueilli sur le dos d'un garçon au moment de sa naissance.. | 2° Duvet recueilli sur le dos d'une fille âgée de deux jours. |
|---|---|
| 16 µ | 20 µ |
| 20 | 24 |
| 16 | 16 |
| 16 | 16 |
| 12 | 12 |
| 20 | 16 |
| 12 | 20 |
| 16 | 20 |
| 20 | 28 |
| 12 | 20 |
| Moyenne 16 | Moyenne 18,4 |

MALASSEZ ET GALIPPE.

Ces poils de duvet avaient des pointes fines et régulières, aucun n'avait de moelle (V. fig. 550).

Les poils du duvet fœtal s'arrêtent dans leur développement tandis que les cheveux continuent au contraire à croître, c'est pourquoi à la naissance de l'enfant les cheveux ont de beaucoup dépassé en longueur et en épaisseur les poils de duvet. Ces deux caractères suffiraient à les en faire distinguer si leur couleur ne s'opposait à leur confusion.

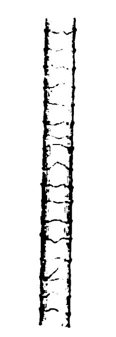


Fig. 556. — Fragment du duvet fœtal.

Suivant Œsterlen, vers la fin du neuvième mois, ce duvet tomberait en grande partie dans la poche des eaux : on le retrouverait même mélangé au méconium, avec de l'épithélium, des cristaux de cholestérine, du mucus et de la graisse, dans l'*intestin du fœtus* (Osiander, Lebius, Schulze), où il aurait pénétré grâce à des mouvements de déglutition (?).

Nous avons indiqué le rôle que jouaient les poils de duvet dans la détermination des taches formées par l'enduit fœtal. Œsterlen a tiré de ses recherches la conclusion suivante : « Dans le cas où le produit de l'utérus n'aurait pas été découvert, si on trouve des taches de méconium sur les draps, le linge, etc., de la présence de poils de duvet dans ces taches, on peut conclure l'âge du fœtus non présenté (1). »

### Cheveux chez le fœtus et chez le nouveau-né.

On a souvent considéré l'absence de moelle comme un caractère propre aux cheveux des nouveau-nés. Dans le rapport de M. Malassez cité plus loin, on verra qu'en effet les cheveux examinés se sont montrés dépourvus de moelle. Il ne faudrait cependant pas considérer ce fait comme absolument général. Le Dr Jaumes dit, en effet, dans le travail que nous avons cité : « J'ai acquis la preuve que la moelle *peut exister* dans les cheveux au moment de la naissance. » Il cite à l'appui quelques observations, parmi lesquelles nous relevons la suivante :

(1) C'est là une conclusion à laquelle il nous est impossible de nous rallier, pour des raisons que nous avons données en parlant du duvet.

« Fœtus à terme ayant vécu quelques heures : cinq cheveux; sur tous, moelle commençant immédiatement au-dessus de la racine, siégeant sur toute la longueur de la tige jusqu'au voisinage de la pointe, mais subissant quelques lacunes peu étendues. »

La détermination de la longueur et du diamètre des cheveux d'un fœtus à terme ou non, peut avoir une très haute importance au point de vue médico-légal, ainsi que cela ressort si évidemment du magistral rapport de M. Malassez. En effet, dans un infanticide, suivant que l'enfant est né viable ou non, la loi porte des peines plus ou moins sévères, etc. En raison de leur résistance aux causes extérieures de destruction, les cheveux, comme dans les cas que nous citons, peuvent être le seul témoignage à invoquer contre l'inculpée. Est-il possible, dans ce cas, de tirer de la mensuration des cheveux des éléments de diagnostic qui puissent, *dans une certaine mesure*, servir à la découverte de la vérité? Cela nous paraît presque indiscutable; mais, d'autre part, un expert qui n'aurait entre les mains que cette seule preuve matérielle devrait apporter la plus grande réserve dans ses conclusions.

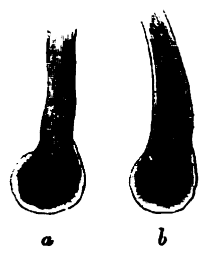



Fig. 557. — Cheveux d'un fœtus de 4 mois et demi (racines). — Ces cheveux vont en s'atténuant régulièrement. — Pointes très fines ; souvent les racines molles sont repliées sur elles-mêmes, soit en forme de crosse, soit en faisant un tour complet.

On sait que rien n'est plus variable que la couleur et la quantité des cheveux que peuvent présenter les enfants, en venant au monde. Les uns ont une chevelure très fournie, très abondante, les autres, surtout ceux qui sont blonds, un rare duvet. Quoi qu'il en soit, ces cheveux présentent des caractères avec lesquels il est utile de se familiariser. La structure anatomique des cheveux des enfants nouveau-nés ne présente rien de bien particulier, non plus que la disposition de la matière colorante.

La détermination de la longueur des cheveux chez les enfants nouveau-nés ne donne pas de résultats bien précis. Chez

un fœtus de cinq mois, les cheveux ont de 8 à 10 millimètres; chez un fœtus à terme, de 1 centimètre et demi à 2 centimètres (ces longueurs ne sont que des moyennes); chez un enfant de deux jours et demi, la longueur des cheveux était égale à 2 centimètres et demi; chez un enfant de onze jours, 2 centimètres; vingt jours, de 1 centimètre à 2 centimètres et demi; quatorze mois, de 2 centimètres et demi à 3 centimètres.

Le sexe ne paraît exercer aucune influence sur la longueur des cheveux des enfants nouveau-nés.

Voici les résultats d'un certain nombre de mensurations pratiquées par MM. Malassez et Galippe, sur des enfants nouveau-nés :

| Fœtus de 4 mois. | Fœtus de 5 mois. | Enfant né à 7 mois 1/2, 7 jours d'existence. |
|---|---|---|
| 20 µ | 24 µ | 36 µ |
| 20 | 24 | 36 |
| 1 | 28 | 36 |
| 16 | 28 | 32 |
| 16 | 20 | 32 |
| 20 | 20 | 36 |
| 20 | 20 | 28 |
| 16 | 24 | 32 |
| 16 | 28 | 40 |
| 20 | 24 | 32 |
| Moyenne 18 | Moyenne 24 | Moyenne 34 |

| Fœtus de 8 mois et 1/2. | Fœtus presque à terme. | Fœtus à terme. |
|---|---|---|
| 36 µ | 36 µ | 44 µ |
| 36 | 32 | 36 |
| 28 | 32 | 36 |
| 32 | 28 | 32 |
| 36 | 32 | 40 |
| 36 | 32 | 48 |
| 36 | 32 | 36 |
| 40 | 36 | 40 |
| 32 | 32 | 28 |
| 32 | 34 | 36 |
| Moyenne 34,4 | Moyenne 32,6 | Moyenne 37,6 |

| Garçon d'un jour. | Fille de deux jours. | Garçon de deux jours 1/2. |
|---|---|---|
| 40 µ | 36 µ | 60 µ (moelle) |
| 40 | 36 | 72 |
| 32 | 24 | 48 |
| 28 | 30 | 68 |
| 28 | 32 | 56 |
| 28 | 24 | 52 |
| 40 | 20 | 44 |
| 28 | 20 | 68 |
| 28 | 32 | 80 |
| 20 | 36 | 48 |
| Moyenne 31,2 | Moyenne 28 | Moyenne 59,6 |

| Garçon de cinq jours. | Garçon de six jours (blond et chauve). | Fille de onze jours. |
|---|---|---|
| 40 µ | 08 µ | 40 µ |
| 36 | 00 | 36 |
| 48 | 00 | 32 |
| 24 | 00 | 40 |
| 36 | 00 | 40 |
| 40 | 00 | 36 |
| 24 | 00 | 44 |
| 40 | 00 | 40 |
| 48 | 00 | 22 |
| 36 | 00 | 44 |
| Moyenne 37,2 | Moyenne 42 | Moyenne 37,4 |

| Enfant de vingt jours. | Enfant de quatorze mois. |
|---|---|
| 36 µ | 44 µ |
| 36 | 44 |
| 40 | 48 |
| 36 | 40 |
| 40 | 44 |
| 24 | 44 |
| 28 | 28 |
| 24 | 48 |
| 24 | 40 |
| 24 | 40 |
| Moyenne 31,2 | Moyenne 42 |

On voit, par les mensurations qui précèdent, combien sont importantes les différences individuelles; néanmoins on ne peut nier que surtout dans les premiers mois de la vie intra-utérine, le diamètre des cheveux ne suive généralement une

progression ascendante. Nous voulons le répéter encore. l'examen du diamètre des cheveux pourra corroborer d'autres preuves, mais à lui seul, sauf dans quelques cas particuliers, il nous paraît insuffisant pour établir d'une façon véritablement précise l'âge de l'enfant, auquel ces cheveux ont appartenu.

C'est ainsi que des cheveux follets recueillis sur le sommet du crâne d'une personne atteinte de calvitie présentent les caractères des cheveux d'un fœtus de six à sept mois. Sauf les caractères de la pointe qui, dans le cas actuel, est *en balai*, tandis qu'au contraire, dans les cheveux du fœtus, elle est fine et plus ou moins tordue sur elle-même, nous ne voyons pas bien à quels signes on pourrait sûrement distinguer des cheveux follets d'adulte des cheveux d'un fœtus (1).

Cheveux follets d'adulte (Malassez et Galippe).

| | |
|---|---|
| | 28 μ |
| | 24 |
| | 28 |
| | 20 |
| | 24 |
| | 24 |
| | 44 |
| | 24 |
| | 16 |
| | 20 |
| Moyenne | 25,2 |

En choisissant les plus fins, on arrive à une moyenne de 15,7.

Le plus petit n'avait que 12 μ; la longueur moyenne de ces cheveux est de 2 centimètres et plus. Quelques-uns ont un peu de moelle, ce qui pourrait encore servir à les distinguer des cheveux de fœtus.

(1) Le D. Jaumes juge que nous nous contredisons parce que nous avons reconnu précédemment que la moelle manque dans les cheveux des nouveau-nés et que cela suffirait à les distinguer des cheveux follets de l'adulte. Mais il ne faut pas oublier que nous avons dit p. 826 que la moelle manque souvent dans ces derniers, ce qui empêche de trouver dans la moelle un caractère distinctif assuré.

Nous donnons ci-après le rapport médico-légal de M. Malassez. Ce rapport a trait à la fois à l'examen de taches et à la détermination de poils. Nous n'avons pas voulu le scinder, puisque, dans l'affaire même, ce double problème était posé à l'expert.

Il s'agissait d'une jeune fille accusée d'infanticide. Celle-ci prétendait que l'enfant n'était pas né viable, et qu'il n'avait pas respiré. Toutefois, comme elle portait les traces d'une déchirure du périnée, la justice ne tint pas compte des assertions de l'accusée. On avait trouvé dans un champ, une année après la suppression du part, le linge dans lequel celle-ci avait jeté l'enfant; les cheveux seuls avaient résisté, avec le linge, aux causes multiples de destruction qui avaient entraîné la disparition de l'enfant.

M. Malassez a répondu aux questions qui lui étaient posées par la justice avec sa haute compétence et l'esprit scientifique qui est la marque des productions de ce consciencieux observateur :

Je soussigné, Louis-Charles Malassez, docteur en médecine, directeur adjoint du laboratoire d'histologie au Collège de France, commis par une ordonnance de M. Jules Gaudin, juge d'instruction au tribunal de première instance du département de la Seine, datée du 25 septembre 1878, à l'effet de procéder à l'examen d'un linge, et de se prononcer sur la question de savoir :

1° Quelle est la nature des taches dont il est maculé; — si ce sont des taches de sang ou de matières provenant de la décomposition d'un cadavre;

2° S'il y a trace de cheveux qui soient adhérents à cette pièce de linge;

3° En cas d'affirmation, si ces cheveux sont ceux d'un enfant nouveau-né;

Ayant prêté serment, certifie avoir fait les examens microscopiques suivants :

A. — Examen des taches.

Le linge présente deux espèces de taches :

1° A la périphérie du linge, de petites taches verdâtres;

2° Au centre, une large tache brunâtre.

La couleur verdâtre des petites taches pouvait faire supposer qu'elles étaient dues à du méconium; mais les examens microscopiques et microchimiques n'ont rien révélé qui puisse confirmer ou infirmer cette hypothèse.

La grande tache centrale brunâtre, ressemblant à certaines taches de sang altéré, la présence des globules sanguins, celle de la matière colorante du sang, ont été recherchées.

### 1° *Recherche des globules sanguins.*

Des fragments de serviette étant détrempés dans du sérum artificiel (solution de sulfate de soude à 5 p. 100), on peut en détacher des fragments d'une matière brunâtre que l'on dissout dans le même sérum.

Examinés au microscope, on trouve çà et là, au milieu d'éléments divers : globules de graisse, débris d'insectes et de végétaux, poussières et granulations diverses, de nature indéterminée, des globules rouges de sang.

Ils sont, en général, réunis par petits groupes ; ils appartiennent au type circulaire, mais ils sont, pour la plupart, plus ou moins déformés; beaucoup ont la forme de cuvette, quelques-uns sont sphériques. Les plus petits ont 4 µ (quatre millièmes de millimètre), les plus grands 5 µ (cinq millièmes de millimètre) ; la moyenne de 13 mensurations a donné 4 µ, 5. Ils sont très peu colorés.

### 2° *Recherche de la matière colorante.*

D'autres fragments de serviette sont lavés à l'eau distillée : ils donnent une solution brunâtre louche; filtrée, la solulion devient transparente. Examinée au micro-spectroscope, sous des épaisseurs diverses, elle ne donne aucune des raies d'absorption qui caractérisent la matière colorante du sang.

La solution évaporée lentement laisse une matière brune. Cette matière mêlée avec un peu de chlorure de sodium et d'acide acétique, puis chauffée jusqu'à ébullition, ne donne pas, après refroidissement, de cristaux de chlorhydrate d'hématine.

## **Conclusions.**

### 1° *Sur l'existence du sang.*

Les globules du sang trouvés dans la recherche 1° ont, malgré les altérations qu'ils ont subies, des formes si caractéristiques, que leur présence suffit à elle seule pour affirmer avec certitude l'existence du sang sur le linge examiné.

Les résultats négatifs obtenus dans la recherche de la matière colorante du sang (recherche 2) ne sont pas contradictoires, comme on pourrait le supposer au premier abord. En effet, pour obtenir des résultats positifs dans ce genre de recherches, il faut que la matière colorante existe en certaine quantité. Or, dans le cas actuel, il peut se faire, ou qu'il y ait eu peu de sang répandu, ou que le sang répandu en certaine quantité se soit altéré, les globules perdant leur hémoglobine, l'hémoglobine se détruisant.

La première de ces deux hypothèses est peu vraisemblable en raison de l'étendue de la tache et des points divers où l'on a pu y retrouver des globules; la seconde, au contraire, est confirmée par ce fait que la tache se trouve sur un linge saisi dans un champ, qu'elle a dû, par conséquent, être exposée à toutes les intempéries de l'atmosphère, lesquelles altèrent le sang. Il est même étonnant que dans de telles conditions des globules rouges aient pu se conserver aussi bien.

2° *Sur la quantité de sang répandu.*

Le petit nombre de globules sanguins retrouvés dans la serviette, l'absence ou la faible quantité de matière colorante du sang, prouvent qu'actuellement il existe peu de sang sur la serviette. Mais, ainsi que je viens de le dire, il a dû en exister une quantité beaucoup plus considérable à un moment donné. Toutefois, il est impossible de dire, même approximativement, quelle a été cette quantité.

2° *bis. — Sur l'époque à laquelle le sang a été répandu.*

L'altération du sang ne dépendant pas uniquement du temps écoulé, mais surtout des divers agents atmosphériques ou autres, auxquels il a été soumis, il est impossible de dire à quelle époque il a été répandu.

3° *Sur la nature du sang.*

La forme circulaire des globules trouvés sur le linge, l'absence de noyaux, montrent que ce ne sont pas des globules d'oiseaux, de poissons, ou de reptiles, ou de batraciens, mais bien des globules de mammifères; quant aux dimensions de ces globules, il est bien évident qu'elles ne sont plus ce qu'elles étaient quand ces globules étaient vivants : une sphère aplatie constitue un disque dont le diamètre est plus grand que celui de la sphère d'où il procède; de même pour les globules; lorsque de discoïdes (ce qui est leur forme normale) ils deviennent sphériques, leur diamètre diminue. Nos globules sanguins, qui tous se rapprochent plus ou moins de la forme sphérique, ont donc des diamètres plus petits que ceux qu'ils avaient lorsqu'ils étaient vivants et discoïdes. Or, en tenant compte de cette diminution de diamètre, ainsi que de la dessiccation, on voit qu'ils se rapprochent des globules humains adultes et de ceux de plusieurs de nos animaux domestiques (lapin, chien, par exemple).

Les globules sanguins des nouveau-nés diffèrent peu de ceux des adultes, mais ceux des jeunes fœtus sont notablement plus volumineux. Aussi, pour que les globules trouvés sur le linge puissent être considérés comme des globules de fœtus, il faudrait supposer une diminution très considérable, sur la possibilité de laquelle nous n'avons aucun renseignement.

En résumé :

1° Il existe du sang sur le linge au niveau de la grande tache centrale brunâtre ; il est très altéré ;

2° Ce sang est actuellement en petite quantité. Il est probable qu'il y en a eu une plus grande quantité de répandue, mais on ne saurait la déterminer ;

4° C'est du sang de mammifère. Il est impossible de dire si c'est du sang d'homme ou de l'un de nos animaux domestiques. Il est possible que ce soit du sang de femme ou de nouveau-né, il est douteux que ce soit du sang de fœtus.

### B. — Examen des poils ou des cheveux.

Plusieurs touffes des poils ou cheveux adhérents au linge ont été humectées, puis montées dans de la glycérine et examinées au microscope.

Tous, ou presque tous, sont munis de leur racine et se terminent en pointe très effilée. Aucun d'eux n'a de moelle. Mesurés au micromètre, ils ont dans leur plus grande largeur de 20 à 32 μ (millièmes de millimètre). La moyenne de 30 mensurations a été de 24 μ, 9; il en a été trouvé un qui n'avait pas 12 μ, et un autre qui mesurait 40 μ.

La matière lamelleuse blanc-jaunâtre, à reflets brillants, qui englobe la racine de la plupart de ces poils ou cheveux, est constituée par des amas de cellules épithéliales pavimenteuses cornées, au milieu desquelles on distingue une assez grande quantité de globules graisseux, puis des poussières et des granulations diverses.

### Conclusions.

1° Le peu de longueur de ces poils ou cheveux, leur finesse, l'absence de moelle, prouvent que ce sont des cheveux ou poils follets; ce ne sont donc ni des poils d'animaux, ni des cheveux ou poils humains adultes.

Les poils d'animaux ont d'une façon générale des formes différentes, des dimensions plus considérables et possèdent une moelle souvent très caractéristique. Les cheveux et poils humains adultes sont plus longs, plus larges et pourvus de moelle ;

2° Leur terminaison en pointe effilée et très régulière indique qu'ils n'ont été ni usés, ni brisés, ni coupés; qu'ils sont par conséquent de développement récent et doivent apparternir à un fœtus ou à un nouveau-né, ce que confirme également la présence de ces amas de cellules épidermiques et de matières grasses qui englobent beaucoup d'entre eux. Ce ne sont pas des cheveux ou poils follets d'adultes. Les cheveux follets des chauves ont presque toujours leur extrémité bien fendillée ou en balai; on en trouve parmi eux un certain nombre qui ont de la moelle et sont beaucoup plus volumineux. Les poils follets des femmes et des adolescents ont rarement la pointe effilée, étant obtus, comme usés, et parfois ils possèdent de la moelle ;

3° Les dimensions dépassent notablement celles des poils follets que l'on rencontre sur le corps des fœtus ou des nouveau-nés, il faut en conclure que ce sont des cheveux de fœtus ou de nouveau-né.

Du reste, leur abondance à une région assez limitée de la serviette, leur réunion en touffes doivent faire penser qu'ils proviennent des régions où ils sont nombreux, comme c'est le cas pour le cuir chevelu;

4° Pour essayer de déterminer l'âge du fœtus ou du nouveau-né auque ces cheveux appartenaient, on peut, jusqu'à un certain point, comparer leurs dimensions à celles des cheveux provenant de fœtus ou de nouveau-nés d'âges différents.

Les cheveux de cinq nouveau-nés, âgés de un à vingt jours, et ceux de quatre fœtus ayant de sept à neuf mois ont présenté des épaisseurs semblables. Les plus petits cheveux avaient 20 μ, 5; les plus gros 48 μ; les diverses moyennes ont varié entre 28 μ et 37 μ.

D'autre part, les cheveux d'un fœtus de cinq mois ont donné 20 μ, comme minimum d'épaisseur, 28 μ comme maximum, 24 comme moyenne, et ceux d'un fœtus de trois mois avaient, les plus petits, 16 μ; les plus gros 20 μ; en moyenne, 18 μ.

Les cheveux recueillis sur le linge sont donc plus gros que ceux d'un fœtus de trois à cinq mois, plus petits que ceux de fœtus viables ou de nouveau-nés. Ils proviendraient, d'après cela, d'un fœtus âgé de cinq à sept mois.

Toutefois, comme les comparaisons ci-dessus exposées ne portent que sur un nombre de faits relativement peu nombreux, comme les différences constatées ne sont pas très considérables, comme enfin l'accroissement des cheveux peut présenter de très grands retards (on voit des enfants nés à terme qui sont presque chauves), la conclusion précédente ne peut être présentée qu'avec la plus grande réserve.

En résumé :

Les poils ou cheveux trouvés sur le linge sont des cheveux de fœtus ou de nouveau-né.

Il est probable qu'ils proviennent d'un fœtus de cinq à sept mois, mais il est impossible d'affirmer avec certitude qu'ils n'appartenaient pas à un fœtus viable ou à un nouveau-né.

Les examens microscopiques, ci-dessus mentionnés, permettent donc les réponses suivantes aux questions posées par l'instruction :

1° Les taches qui maculent le linge saisi sont en partie, sinon complètement, des taches de sang;

2° Il existe des cheveux adhérents au linge;

3° Ces cheveux proviennent d'un fœtus ou d'un nouveau-né, plutôt d'un fœtus de cinq à sept mois que d'un fœtus viable ou nouveau-né, mais il est impossible de se prononcer avec certitude sur ce dernier point.

Dr L. Malassez.

Collège de France, 27 novembre 1878.



### Variations de la largeur du poil suivant l'âge.

Les différences observées ne sont pas très caractéristiques.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Vertex...... | 0mm.025 | 12 jours. | 0mm.041 | 6 mois. |
| Front....... | 0mm.026 | | 0mm.033 | |
| Vertex...... | 0mm.041 | 18 mois. | 0mm.052 | 15 ans. |
| Front....... | 0mm.034 | | 0mm.051 | |
| Vertex...... | 0mm.075 | âge adulte. | 0mm.057 | vieillesse. |
| Front....... | 8mm.068 | | 0mm.051 | |

La conclusion que l'on peut tirer de ces chiffres, c'est que le diamètre transversal des cheveux augmente avec l'âge.

### Variations de la longueur du poil suivant l'âge.

La longueur croît avec l'âge. On a établi une distinction entre les poils à croissance définie et les poils à croissance indéfinie.

*Poils à croissance indéfinie.*

Neutres .................................... = cheveux.

Sexuels. { masculin ......................... = barbe.
{ commun ......................... = aisselle.

*Poils à croissance définie.*

Neutres. { courts poils colorés de la face.
{ lanugo.

Sexuels (masculins)........................ = { courts poils colorés du corps.

### Influence du sexe sur les variations du poil.

La longueur des cheveux, plus grande généralement chez la femme que chez l'homme, n'est pas caractéristique, attendu que, suivant les races, il est des hommes qui ont des cheveux aussi longs que ceux de la femme.

Généralement leur pointe n'est pas aussi effilée que le dit Œsterlen, sauf pour les cheveux qui viennent de pousser et

dont la pointe reste cachée entre les cheveux plus longs. Souvent ils se fendillent à leur extrémité, soit sous l'influence du peigne, soit pour toute autre cause. Ce fendillement de la pointe en trois ou quatre fragments se rencontre également dans les cheveux de l'homme et dans la barbe, surtout chez les alopéciques. Pincus a remarqué que la longueur typique du cheveu diminuait en même temps. Le même auteur a démontré qu'il croît sur la tête de l'homme et de la femme des cheveux qui parcourent rapidement toutes les phases de leur développement. Les cheveux peuvent tomber avant d'avoir été coupés; ils peuvent être munis, ou d'une pointe très effilée, ou d'une pointe fendillée, suivant que cette pointe a été plus ou moins complètement protégée contre les frottements extérieurs.

En résumé, si l'examen des poils permet de tirer des indications plus ou moins certaines, relativement à leur lieu d'origine et suivant l'âge du porteur, il n'est pas possible, même quand on a beaucoup de poils réunis, de conclure au sexe.

### Du poil considéré sur le cadavre.

Lorsque l'état particulier du corps, que nous appelons la mort, a arrêté plus ou moins brusquement le jeu de nos organes, le poil est-il complètement arrêté dans son développement, ou croît-il encore après la mort, comme certains auteurs le prétendent ? Le Dr Johannet (*loc. cit.*, p. 75) a fait quelques expériences pour élucider cette question. Ses conclusions nous paraissent légitimement déduites, et il n'est pas démontré que les poils continuent de croître après la mort. Si pendant la vie, sur une région du corps où les poils présentent une certaine résistance, comme la joue ou la lèvre supérieure de l'homme, on rase avec soin les poils, de façon à ne plus sentir aucune aspérité, que l'on vienne alors à appliquer un corps froid en ce point, on observe les phénomènes suivants : sous le nom de *muscle de l'horripilation*, Moleschott et Chauveau ont décrit un petit faisceau de fibres situé du côté de l'inclinaison du poil, et s'insérant d'une part à la face profonde du derme, d'autre part à l'union du tiers inférieur

avec les deux tiers supérieurs du follicule. Le muscle en se contractant redresse le poil et le fait saillir au-dessus de la peau, en produisant le phénomène de la chair de poule (Vaillant, cité par Johannet). Cependant, d'après G. Pouchet et Tourneux, il ne serait pas impossible que les cheveux et les poils présentassent des systèmes musculaires propres, plus ou moins complexes selon les individus ou selon les régions du corps. Le phénomène des cheveux qui se dressent, très manifeste chez certaines personnes, sous la seule influence d'une tension d'esprit quelconque, paraît différer du soulèvement total du bulbe qui caractérise la chair de poule. Sous l'influence d'un corps froid, il y a contraction du faisceau musculaire, dont nous avons parlé plus haut, le poil se redresse et fait une légère saillie qui est sensible au frottement exercé par la main. D'après l'expérience de Johannet, ce phénomène se produit sous l'action à la fois excitante et astringente de l'eau de Cologne pure, ou d'une dissolution de tannin ou d'alun. Dans ce cas, ce serait le derme lui-même qui, sous l'influence du topique, se rétracterait et s'affaisserait, s'éloignant ainsi de la surface sectionnée du poil pour se rapprocher de sa racine; le poil paraît alors s'élever davantage au-dessus du derme; il semble s'être allongé, mais ce n'est qu'une simple apparence.

Une des propriétés les plus caractéristiques du poil, c'est sa résistance à la putréfaction. Des cheveux d'un enfant nouveau-né ont pu séjourner pendant près de deux ans sur le sol et être retrouvés adhérant encore à un linge, alors que toutes les parties du corps, même les os, avaient disparu. La couleur des cheveux ne paraît même pas s'altérer sensiblement.

A quelle époque les cheveux se détachent-ils du cuir chevelu? D'après Orfila, qui a assisté à un grand nombre d'exhumations juridiques, sur des cadavres entourés d'une simple toile d'emballage, on trouve, quinze jours après l'exhumation, des poils encore bien adhérents à la peau. Vers le quarantième jour, ils se laissent facilement détacher. Après deux mois le crâne, presque entièrement dénudé, est surmonté de quelques cheveux, le pubis est privé de ses parties molles, les parties latérales du scrotum portent encore quelques poils; le reste

des poils est mélangé à la terre. Sur des cadavres renfermés dans des bières de sapin, après deux mois et demi la tête est presque complètement dépouillée de ses cheveux ; ceux-ci sont adhérents au linceul. Vers le quatrième mois, le crâne et le tronc sont presque complètement dénudés ; les poils des organes génitaux sont mélangés au putrilage formé par la désorganisation de ces différents organes.

L'influence du milieu, au moins sur la résistance du cuir chevelu, doit être considérable, et les chiffres donnés plus haut par Johannet, d'après Orfila, ne doivent pas être considérés comme absolus. C'est ainsi que nous nous rappelons avoir vu dans un ossuaire d'une île du Morbihan un crâne de femme, complètement privé de toute partie molle, mais dont le cuir chevelu, encore attenant à la boîte crânienne, était presque entièrement garni de cheveux. Un certain nombre d'autres crânes présentaient la même particularité, mais à un moindre degré. Il ne nous fut pas permis d'emporter un de ces crânes, mais, d'après nos renseignements, ils devaient être relativement anciens.

Les poils mêlés à la terre conservent leurs caractères anatomiques ; des opinions diverses ont été émises au sujet de l'altération de la couleur du poil. Chevalier avait cru remarquer que sous l'influence de la putréfaction les poils devenaient plus foncés. Plus tard Hauptmann et de Sonnenschein émirent une opinion opposée ; d'après ces observateurs les poils, au contraire, pâlissaient. Si ce dernier fait se présente peut-être le plus souvent, il ne faudrait cependant pas perdre de vue que les métaux se localisent fréquemment dans les cheveux, et qu'il ne serait pas impossible que, sous l'influence des produits sulfurés formés pendant la putréfaction, le cheveu subisse dans sa coloration intime des modifications dues à des réactions chimiques. C'est là une simple hypothèse qu'il faudrait vérifier. Dans tous les cas, il aurait été bon de tenir compte de la nature du terrain, les cheveux devant se comporter différemment suivant la constitution du sol, son état hygrométrique, etc.

La chute des poils se ferait plus lentement sur un cadavre placé dans l'eau que sur un corps inhumé dans les conditions

ordinaires. Au bout de deux mois les cheveux adhéreraient encore faiblement, et la dénudation serait complète au bout de quatre mois. D'après Johannet, les cadavres placés dans les fosses d'aisances seraient au point de vue de l'adhérence des cheveux dans les mêmes conditions que lorsqu'ils sont dans la terre ; notons cependant qu'il a été observé que les cadavres jetés dans les fosses d'aisances résistaient plus longtemps que s'ils avaient été enterrés. Le sulfhydrate d'ammoniaque entrave la putréfaction, loin de la favoriser.

Nous avons vu qu'il n'était pas possible de se prononcer sur les caractères d'un poil, lorsqu'on n'en avait qu'un petit nombre à sa disposition. Il en est de même lorsqu'il s'agit de déterminer l'identité d'un individu, d'après la couleur d'un poil. On sait, en effet, qu'une même personne peut présenter des cheveux de couleur différente. Sur les tempes les cheveux peuvent être blonds, alors que ceux qui recouvrent les autres parties du crâne sont d'une couleur châtaine ; on peut également rencontrer sur une même tête des cheveux noirs et des cheveux blancs.

Les cheveux ont parfois, en raison de la profession exercée par le porteur, une coloration artificielle spéciale. Cette coloration peut être due à une cause mécanique ou à une cause chimique. C'est ainsi que les meuniers et les boulangers ont des cheveux poudrés par l'amidon ou la farine ; chez les individus qui vivent au milieu du charbon, il peut se produire une coloration *noir sale*. M. Robin a observé une coloration brun rougeâtre de la chevelure, chez des individus exposés à la poussière de la rouille. Ces diverses teintes sont dues à un effet purement mécanique, puisqu'elles ont pour causes le dépôt de particules colorées à la surface des cheveux.

Les poussières de rouille se reconnaissent à leur forme anguleuse et irrégulière, leur insolubilité dans l'eau et leur très grande solubilité dans l'acide chlorhydrique. (Ch. Robin.) On reconnaît les particules de charbon à leur insolubilité dans les acides, et à leur forme polygonale ou triangulaire.

L'amidon se reconnaîtra facilement à sa forme d'abord et ensuite à sa réaction sur l'iode. Dans tous les cas les lavages restituent au poil sa coloration primitive.

Les cheveux peuvent être colorés par une sorte de teinture directe. C'est ainsi que, chez les ouvriers qui vivent au milieu de poussières cuivreuses, les cheveux deviennent verts.

Les ouvriers qui travaillent dans les matières colorantes ont également les cheveux colorés d'une façon spéciale (fuchsine, indigo, etc.). Quelquefois cette coloration des cheveux se produit sous l'action de phénomènes chimiques directs. La céruse, quoique blanche, pourrait donner aux cheveux une coloration noire sous l'influence des produits sulfurés dégagés par le cuir chevelu.

A l'état normal le cheveu est souple et reçoit des glandes annexées au follicule un produit onctueux qui semble nécessaire à son développement et à sa conservation. Sous l'influence de certaines affections du cuir chevelu, et d'un état diathésique particulier, cette sécrétion ne peut plus se faire, ou du moins paraît n'être produite qu'insuffisamment. On est alors forcé de suppléer à cette insuffisance de matière onctueuse, par l'emploi de corps gras qui empêchent les cheveux de se dessécher et de se fendiller par la pointe. Cet état particulier des cheveux se produit également chez les personnes qui abusent du fer à friser. Les cheveux prennent l'aspect de cheveux artificiels.

Il se peut encore que l'on rencontre sur les cheveux des parasites végétaux, qui fourniront des éléments précieux de détermination au point de vue de l'identité. Si l'on trouvait également adhérents aux cheveux des œufs du *Pediculus capitis*, on pourrait tirer de la présence de ces parasites des inductions ayant trait à la situation sociale et aux habitudes du porteur.

Si les cheveux que l'on examine présentent les caractères particuliers de la pointe, que nous avons reconnus être l'indice de l'action plus ou moins récente des ciseaux et si, d'autre part, rien ne fait supposer que cet état de la pointe dépend d'une circonstance postérieure au crime, on sera naturellement amené à comparer les cheveux avec ceux de l'inculpé, si l'on a des raisons pour supposer qu'ils lui appartiennent.

Il est bien évident que cette comparaison offrira d'autant plus de difficulté qu'il se sera écoulé plus de temps entre le

moment où les cheveux auraient été arrachés par exemple et celui où ils sont examinés. La pointe tend en effet à se reformer, comme nous l'avons indiqué plus haut, mais très lentement.

Ainsi que l'a montré Œsterlen, un expert peut avoir à se prononcer sur ce point : L'accusé pouvait-il y a un an et demi avoir des favoris? — Le coupable avait à l'époque du crime des favoris et des moustaches, et l'accusé prétendait n'avoir jamais eu de favoris. Les joues examinées ne portaient qu'un léger duvet incolore. Examinés au microscope, ces poils ne présentaient aucune altération de leur pointe, l'individu ne s'était donc jamais rasé (Œsterlen, cité par Johannet, p. 92).

### Des cheveux colorés artificiellement.

Un accusé, dans le but de rendre impossible la constatation de son identité, peut se teindre les cheveux. Il est alors important de constater si les cheveux ont bien étéréellement teints. Orfila a étudié cette question à différents points de vue. On a en effet à résoudre plusieurs questions : 1° les cheveux sont-ils colorés artificiellement? 2° quelle substance a été employée?

Les substances qui colorent les cheveux n'agissent que sur la tige du poil, de sorte que les cellules nouvelles de la base, à mesure qu'elles se développent au-dessus du derme, présentent la coloration primitive du poil. Il suffira donc d'attendre un certain temps pour voir la base du poil prendre une coloration différente de celle de la partie antérieure. La distinction des cheveux colorés artificiellement et de ceux qui ont leur couleur naturelle, ne présente pas de réelles difficultés. Quand la teinture est bien réussie, la couleur de la tige est tellement uniforme, qu'on ne la retrouve jamais ainsi dans la nature.

Avec le *plomb* et le *bismuth*, la tige est *noire jais* et *opaque*; avec le *nitrate d'argent*, le poil, noir à l'œil, est toujours transparent (1), mais avec une coloration brun-violet. Un cheveu

(1) Pas toujours, suivant nos observations.

noirci par le sulfure de bismuth ou le nitrate d'argent, additionné d'une goutte d'acide nitrique, reprend sa couleur claire primitive, de la périphérie au centre, avec formation de nombreuses bulles de gaz qui restent adhérentes au bord de la tige. Ce phénomène ne se produit pas avec un cheveu de couleur naturelle, si foncé qu'il soit, quand on se sert d'acide nitrique pour le rendre plus clair (Œsterlen, cité par Johannet, p. 95).

Si, au contraire, la teinture n'a pas été réussie, la teinte du cheveu n'est pas uniforme, il y a des places où la coloration naturelle reparaît avec ses caractères ordinaires. A peu de distance, il y a des différences de teinte très appréciables, tandis que sur un cheveu naturel le passage d'une teinte à une autre se fait d'une façon insensible.

Les procédés de teinture se perfectionnent chaque jour, et les teintes que l'on peut obtenir sont assez variées. Celle que l'on recherche surtout est la couleur noire. Dans ces derniers temps, on a obtenu par différentes préparations, dont la composition n'est pas connue, et en particulier par l'emploi de l'eau oxygénée, une série de teintes variant depuis le blond-jaunâtre jusqu'au blond vénitien.

Nous avons eu l'occasion d'observer chez une femme qui se décolorait les cheveux et qui avait été arrêtée et mise en prison pendant un certain nombre de jours, que ses cheveux repoussaient noirs par la racine. Cette femme s'était servie d'eau oxygénée.

Au microscope on suivait très facilement la décoloration croissante du cheveu. A la base de celui-ci le pigment est uniformément réparti, avec sa coloration naturelle, tandis qu'au fur et à mesure que l'on s'approche de la partie décolorée par l'eau oxygénée, le cheveu devient uniformément transparent. Le pigment n'est pas détruit, il est seulement décoloré, et les caractères anatomiques du cheveu ne paraissent pas être profondément modifiés.

*Méthodes le plus communément employées pour la teinture des cheveux en noir. Procédés à l'aide desquels on peut reconnaître la substance employée.*

1° *Pommade au charbon.* — On peut employer l'éther, qui

dissout la graisse et laisse déposer le charbon que l'on reconnaîtra à ses caractères précédemment indiqués (1).

2° *Nitrate de bismuth* et *acide sulfhydrique*. — L'eau chlorée donne un précipité blanc.

3° *Acétate de plomb* et *acide sulfhydrique*. — Emploi du chlore.

4° Mélange d'*oxyde de plomb*, *de carbonate de chaux et de chaux vive* (mixture employée pour les cheveux blancs, coloration brun clair, devenant noire par l'action répétée du réactif). Le réactif employé pour décolorer les cheveux est l'acide nitrique.

5° *Nitrate d'argent* (pour les cheveux brun-rouge). Coloration d'abord d'un beau violet, puis noircissant à la lumière. L'agent décolorant est le chlore.

Dans les cheveux teints avec le nitrate d'argent, ceux dont l'imprégnation est complète sont tout à fait opaques. Ceux qui sont en voie de décoloration sont les uns jaune-violacé, les autres gris noirâtres, régulièrement piquetés d'une matière colorante, couleur encre de Chine uniformément distribuée dans le tissu du cheveu tout entier, sans localisation dans telle ou telle partie.

On ne perçoit plus les écailles épidermiques du poil au moins dans la majorité des cas.

On a longtemps employé l'eau de chlore pour enlever aux cheveux leur coloration noire. Nous pensons que ce procédé n'est plus guère employé aujourd'hui. Il fallait faire plusieurs lavages à l'eau de chlore et l'on obtenait après l'opération une teinte de plus en plus claire. Les cheveux décolorés par ce moyen garderaient une odeur de chlore très prononcée malgré de nombreux lavages. Nous pensons qu'actuellement c'est l'eau oxygénée qui est le plus employée.

*Cheveux postiches*. — Le commerce des cheveux a pris de nos jours une très grande importance. Ces cheveux, lorsqu'ils n'ont pas été teints, présentent presque absolument les caractères de ceux que l'on rencontre sur le cadavre. Si, au contraire, ils sont teints, ils rentreront dans la catégorie des cheveux

(1) Ce procédé est complètement délaissé, au moins à Paris et dans les grandes villes de France.

que nous venons d'étudier précédemment. Suivant leur provenance, et il y a sur le marché de Paris des cheveux venant de toutes les parties du monde; ces cheveux, ainsi que nous le verrons, peuvent présenter quelques caractères particuliers. La Chine, qui nous fournit un grand nombre de nattes, nous enverrait également les poils longs et soyeux de la queue du yack (*bos grunniens*), espèce de bœuf à queue de cheval (fig. 558).

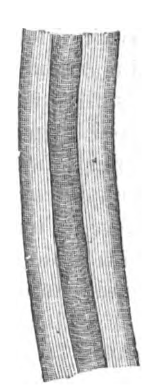


Fig. 558. — Poil de Yack.

On trouve, dans le commerce, des cheveux chinois remarquables par leur couleur noire magnifique, par leur longueur et aussi par leur épaisseur. Très noirs par réflexion, par transparence ces cheveux paraissent être rouges. Quand on les froisse entre les doigts, ils donnent la sensation d'un corps polyédrique, d'où le nom de cheveux carrés qu'ils portent dans le commerce. En raison de leur grosseur, ils sont peu recherchés. Ils ont en outre une odeur musquée très fine (1).

Un certain nombre de femmes qui perdent leurs cheveux pour une raison quelconque ont l'habitude de se faire préparer des postiches, qu'elles ajoutent ensuite à leur chevelure. La comparaison de ces cheveux postiches avec ceux de leur personne pourra dans certains cas permettre de conclure à l'identité. Si, au contraire, les cheveux postiches ont une origine étrangère, la difficulté sera considérable. Le Dr Johannet cite un cas dans lequel des cheveux tombés spontanément et en grand nombre furent remis à un posticheur pour les arranger en natte, mais la natte fabriquée ne fut pas reconnue comme faite avec les cheveux qui lui avaient été confiés; un expert fut nommé et, après un examen comparatif des cheveux de la natte et de ceux de la plaignante, il conclut à une provenance étrangère des cheveux postiches.

Ce serait une erreur de croire que les cheveux tombés soient

(1) Galippe, *Sur quelques particularités des cheveux* (*Société de biologie*, 25 janv. 79 et *J. des Conn. médicales pratiq.*, 30 janvier 1879).

identiques comme coloration aux cheveux persistants de la même personne. Il suffit de comparer une natte faite avec les cheveux tombés, avec des cheveux bien portants de la même personne, pour voir que la coloration des premiers est irrégulière, plus pâle, et qu'ils n'ont pas le brillant de ceux qui sont normaux. Cela s'explique facilement; les cheveux qui tombent sont ou vieux ou malades. Dans la période plus ou moins longue qui a précédé leur chute, ils ont subi des altérations de nutrition dont ils portent encore les traces. Aussi les postiches faits avec des cheveux tombés sont-ils bien moins estimés que ceux pour lesquels on a employé des cheveux de coupe, c'est-à-dire coupés sur la tête des vivants. Les cheveux tombés rapidement à la suite d'une maladie grave (fièvre puerpérale ou fièvre typhoïde) ne présentent pas, à un aussi haut degré, les variations de couleur dont nous parlions tout à l'heure et se rapprochent davantage des cheveux normaux. L'un de nous a publié (*Société de biologie*, 25 janvier 1879) quelques observations sur les cheveux tombés et sur les cheveux coupés (*J. des conn. médic.*, 30 janvier 79), surtout au point de vue de l'odeur.

En résumé, il ne faudrait donc pas, dans un cas analogue à celui cité par le Dr Johannet, conclure trop vite et oublier que les cheveux tombés ne sont pas identiques aux cheveux coupés sur le vivant, ou attenant encore au cuir chevelu.

### Distinction entre les poils arrachés et les poils tombés.

Si l'on considère le poil en bouton *de Henle* ou à bulbe creux, on voit qu'il peut se présenter sous trois aspects différents suivant les conditions de son arrachement.

1° Le poil peut être séparé de la papille (racine ouverte) et entraîner toute ou partie de sa gaine;

2° Il peut être complètement isolé de sa gaine, c'est alors un poil nu.

3° Enfin, il peut être brisé, dans l'intérieur de sa gaine, en un point plus ou moins distant du bulbe; la cassure est très irrégulière, et, pour nous servir d'une expression vulgaire, comme *effilochée*.

Le poil en massue *de Henle*, au moins d'après nos observations, paraît le plus souvent s'arracher avec l'amas épithélial dans lequel il est plongé; toutefois, comme on pourra le voir d'après un certain nombre de figures, il semble également qu'on puisse l'arracher sans sa gaine, mais alors les expansions digitées de la racine semblent se rapprocher l'une de l'autre et la racine prend l'aspect ovoïde.

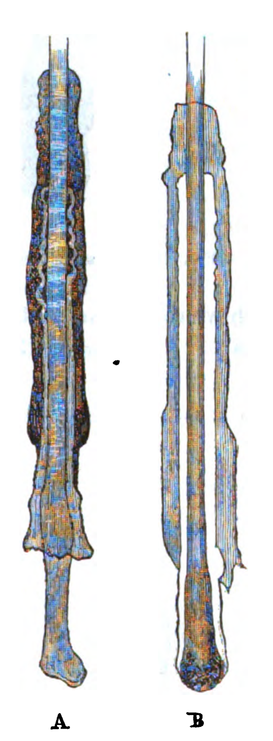



Fig. 559. — A, B. Cheveux arrachés, avec leurs gaines externe et interne.

Nous avons donné les raisons pour lesquelles nous n'acceptions pas les conclusions d'Œsterlen que nous avons rapportées plus haut. Elles sont trop absolues et ne concordent pas, suivant nous, avec l'immense majorité des faits.

Se fondant sur les travaux de J. Pincus, ce même auteur a donné le procédé suivant qui permet d'après lui de reconnaître si des cheveux sont tombés spontanément ou s'ils ont été arrachés. J. Pincus a montré que dans les cheveux qui tombent journellement, on en rencontre qui ont des caractères différents : les uns présentent la trace des ciseaux, c'est-à-dire l'absence d'une pointe effilée, les autres au contraire ont une pointe fine. Ces derniers seraient des cheveux dont le développement serait imparfait, qui croîtraient plus lentement que les autres, dont ils n'atteindraient jamais la longueur, de sorte qu'ils échapperaient à l'action des ciseaux. Œsterlen nomme ces cheveux : *cheveux à pointe* chez l'homme, et *cheveux courts* chez la femme. — Leur durée serait de quatre à neuf mois, tandis que celle des autres cheveux serait de deux à quatre années.

D'après les recherches de J. Pincus, la perte journalière des cheveux s'élèverait en moyenne de 44 -- 108 p. 100 chez

sept hommes de 18 à 23 ans, bien portants; à 22 p. 100 chez trois hommes de 48 à 53 ans. Le rapport entre le nombre des

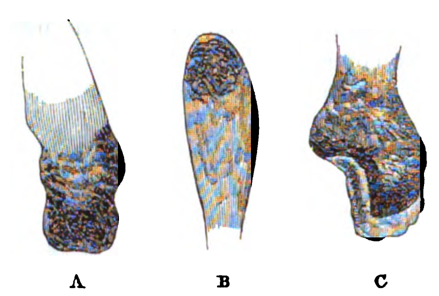



Fig. 560. — Bulbes creux et pleins de cheveux arrachés (femme alopécique).

cheveux à pointe et le nombre des cheveux ordinaires serait :: 1 : 9 jusqu'à :: 1 : 3, chez des hommes de 31 à 54 ans.

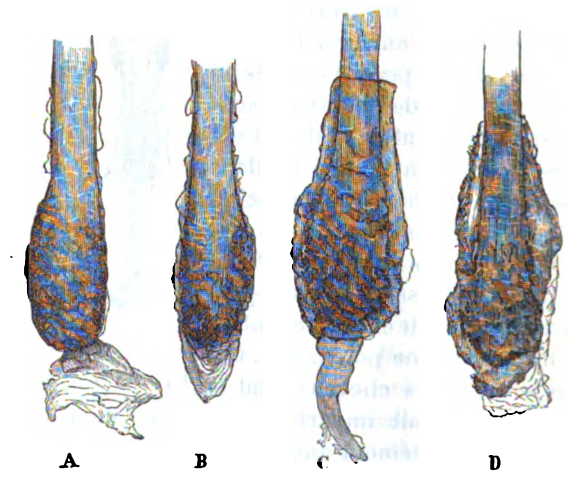



Fig. 561. — Racines de cheveux tombés, à bulbes pleins, portant des débris de la gaine externe. — A, B, C (femme). — D (homme).

Chez des femmes de bonne santé, sur six séries d'expériences, la chute journalière comprenait en moyenne de 38 à 103 cheveux, mais le rapport des cheveux courts à la chute *totale* serait beaucoup plus grand chez la femme que chez l'homme.

De ces chiffres Œsterlen a tiré les conclusions suivantes : dans les cheveux *tombés* on devra toujours trouver un certain nombre de cheveux *à pointe* pour l'homme, de cheveux *courts* pour la femme, au moins pour la proportion de 1/10, tandis que, si les cheveux avaient été arrachés, on ne trouverait que des cheveux normaux, c'est à peine si quelques cheveux de la seconde forme s'y trouveraient mêlés.

L'examen de la surface cutanée sera également très instructif. En effet, si les cheveux sont tombés spontanément, la dénudation du derme ne sera pas nettement localisée et le plus souvent il n'y aura qu'une simple raréfaction dans la masse des cheveux d'une région; l'arrachement au contraire détermine une dénudation locale complète. Si même l'examen a lieu peu de temps après l'arrachement des cheveux, la peau présentera encore quelques lésions, elle sera excoriée, saignante ou cicatrisée. On peut ainsi distinguer la dénudation par suite d'arrachement des poils de celle qui provient de la chute spontanée, rapide et localisée. (Johannet, p. 102.)

### Poils isolés de l'organisme par solution de continuité de leur tige; détermination du mécanisme employé.

Œsterlen, ayant eu à déterminer par quel procédé des cheveux avaient été séparés du crâne, a fait une série d'expériences dont voici les principaux résultats. Deux sortes d'instruments peuvent être mis en usage, pour briser la tige des cheveux et opérer une solution de continuité : des instruments contondants et des instruments coupants. Dans le premier cas, eu égard à la résistance extrême des poils, leur rupture par choc direct doit faire supposer l'emploi d'une force telle, qu'un plan d'appui sous-jacent, un os par exemple, serait infailliblement brisé. Ce ne sera donc que lorsqu'il existera une lésion sous-jacente que l'on sera en droit de conclure à une fragmentation de la tige des poils, comme résultat de l'emploi d'un instrument contondant.

Alors même que la solution de continuité ne serait pas complète, sous l'influence d'une force considérable employée, le poil pourrait présenter, à l'œil nu, un certain degré d'a-

platissement de la tige, et un manque de cohérence des fibres qui la constituent, dont quelques-unes peuvent même proéminer au delà des bords.

D'après le même auteur, la traction exercée sur la tige d'un cheveu déterminerait l'arrachement total de celui-ci plutôt que sa brisure en un point quelconque de sa tige. — Nous avons maintes fois constaté le contraire et nous différons sur ce point complètement de l'avis d'Œsterlen — dans toutes les expériences que nous avons faites aussi bien sur des cheveux de fœtus, d'enfants nouveau-nés que d'adultes, aussi bien sur les poils follets du bras, que sur les poils follets de la tête, nous avions toujours eu quelque difficulté à nous procurer des racines et, dans la majorité des cas, les cheveux ou poils se brisaient et la racine restait implantée. Il est bien entendu que nous n'agissions jamais que sur un cheveu ou sur un poil à la fois.

Quand au contraire on saisit une véritable poignée de cheveux, les choses se passent différemment.

La résistance des cheveux nous paraît donc avoir été très exagérée par Œsterlen. Cette résistance varie suivant la grosseur des cheveux, suivant leur état de santé. Dans certaines diathèses, ou sous l'influence de l'application réitérée du fer à friser, les cheveux deviennent très cassants.

Lorsque d'autre part on suppose que l'instrument employé était tranchant, il reste à déterminer la nature de cet instrument. L'examen de la forme de la coupe et de la surface de section peut quelquefois permettre de répondre ; on peut, en tous cas, juger du degré de tranchant de l'instrument. Par l'action d'un *couteau de poche* ordinaire sur une tresse de cheveux *bien tendue*, on obtient d'un seul coup la section totale de la mèche. A l'œil nu, la surface de séparation paraît parfaitement nette; au microscope, au contraire, ces surfaces de section présentent presque toutes une proéminence de quelques fibres ou cellules corticales, en un mot une rupture par éclats, que l'on constate parfaitement à un grossissement de 250 D.

Sur une tresse *tendue modérément* la section au contraire se fait par un mouvement de scie. Les cheveux sont irrégulière-

ment séparés; au microscope la surface de séparation est des plus inégales : dénudation médullaire d'un côté, soit amincissement en un faisceau de quelques fibres ou bien proéminence d'écailles épidermiques et de fibres, sur le pourtour de la section.

Par l'emploi des *ciseaux*, le résultat est à peu près le même; on a généralement un bord frangé, si l'on se sert d'un assez fort grossissement.

Avec un *scalpel* bien aiguisé, on obtient une surface de séparation bien nette; à peine remarque-t-on quelques dentelures avec un grossissement de 300 D. (Œsterlen, cité par Johannet.)

### Action du feu sur les poils et sur les cheveux.

Le D[r] Johannet (*loc. cit.*, p. 105) a fait sur ce point des expériences que nous rapportons ci-après : Si l'on approche la tige d'un cheveu de la flamme d'une bougie, par exemple, la portion de la tige la plus voisine du foyer incandescent s'incurve et blanchit. Le cheveu examiné au microscope présente alors en ce point, sur toute la courbe ainsi produite, un élargissement graduel, avec irrégularités des bords. La structure de la tige y est difficilement reconnaissable. Si la tige du poil a été suffisamment rapprochée de la source de chaleur, ou même s'il y a eu contact, le cheveu s'enflamme et se divise en deux tronçons : l'extrémité de celui de ces tronçons qui a subi l'influence du feu présente alors la forme suivante : une petite granulation ou renflement noir, d'un demi-millimètre de diamètre au plus, termine le poil; immédiatement au-dessous, la tige légèrement coudée sur une longueur de 1 millimètre a, dans cette portion, un aspect blanchâtre, s'épaississant graduellement vers le renflement terminal. Un léger frottement suffit pour enlever ce dernier, qui paraît au microscope formé des cellules, des fibres de la tige et de granulations de charbon. La courte portion incurvée sous-jacente, de couleur blanchâtre, présente, avons-nous dit, une forme tronc-conique dont le sommet correspond au reste de la tige. Au microscope les bords en sont irréguliers, formant des lignes ondulatoires;

on a, à peu près, l'aspect d'une racine d'un poil arraché avec ses gaines épidermiques. La surface terminale est des plus irrégulières. »

Ces caractères sont assez nets, ajoute le D[r] Johannet, pour que l'expert puisse dans bien des cas rapporter la séparation d'une touffe de cheveux, ou telle lésion de la peau sur laquelle les données étiologiques manquent, à l'action du feu : autour d'une plaie, la présence de poils plus petits que les autres, visiblement raccourcis par une action extérieure, sans pointe, terminés au contraire par une extrémité légèrement épaissie, coudée, blanche et raide, la présence de pareils poils doit faire diagnostiquer une brûlure. (Johannet.)

Les liquides chauds n'agiraient pas sur la tige du poil; ils agissent seulement sur le derme et sur le follicule; il y a perte d'adhérence et chute des poils à la plus légère traction.

Quand ils ont été agglutinés par un liquide renfermant des éléments anatomiques figurés, on peut au bout d'un temps très variable, mais quelquefois considérable, retrouver ces éléments, dans un état de conservation plus ou moins parfait (globules rouges, éléments du méconium). On a également trouvé des spermatozoïdes, soit sur les poils qui garnissent les grandes lèvres de la femme, soit sur ceux des organes génitaux de l'homme. Œsterlen cite plusieurs observations dans lesquelles la présence de spermatozoïdes sur les poils du pubis de jeunes filles ont fourni la preuve que des tentatives de viol avaient été faites.

Le docteur Johannet cite, comme pouvant mettre sur la trace de l'auteur d'un viol ou d'une tentative, la présence d'un poil d'une couleur différente, trouvé sur le pubis d'une femme.

### Altérations pathologiques des cheveux.

Nous n'étudierons pas les altérations pathologiques des cheveux dont quelques-unes ont été indiquées dans la première partie de ce livre. Il est certain que des cheveux atteints d'une affection parasitaire rendraient plus facile la détermination de l'identité de l'individu auquel ils ont appartenu. L'a-

lopécie est l'affection la plus fréquente et presque toujours elle est la conséquence du *pityriasis capitis*. Lorsqu'il atteint la partie supérieure du follicule pileux, il se fait une transformation fibreuse du follicule qui s'oblitère de bas en haut. La grossesse, les maladies graves, provoquent quelquefois des altérations plus ou moins irrémédiables du système pileux; la syphilis provoque aussi fréquemment de l'alopécie. Celle qui se produit au début et qui coïncide avec la roséole est passagère; celle qui est la conséquence des syphilides ulcéreuses se montre par place et est définitive, en raison des cicatrices laissées par ces syphilides ulcéreuses. Ce serait sortir de notre sujet que d'étudier en détail toutes ces altérations. Nous signalerons cependant à titre de curiosité une lésion pathologique des cheveux décrite pour la première fois par le Dr Osorio, de Bogota (Colombie). Cette affection, qui sévit principalement dans la province de Cauca, est caractérisée par de petites nodosités espacées sur les cheveux et excessivement dures. C'est à cause de la sensation particulière de crépitation produite par le passage du peigne, que l'on a donné à cette maladie le nom de *la Piedra*. Cette affection ne serait pas contagieuse.

Le Dr Desenne (*Journal d'hygiène*, 4 juillet 1878) a repris cette question. Voici le résultat de ses recherches:

Le cheveu traité par l'éther et monté en préparation persistante dans la glycérine offre l'aspect suivant avec un grossissement de 140 D. Les nodosités sont assez régulièrement espacées, sans toutefois conserver une disposition mathématique. Ces nodosités sont de deux genres qui semblent être un degré plus ou moins avancé de maturité du cryptogame, ou bien elles enveloppent complètement le cheveu à la façon d'un véritable anneau fusiforme; ou bien elles ne font que l'engainer incomplètement et ne forment à sa surface que de simples monticules.

Examinées à un grossissement de 350 D., elles se décomposent en amas cellulaires à éléments polygonaux de 12 μ à 15 μ assez régulièrement alignés, dont les interstices, nettement dessinés par un liséré noir, rappelleraient vaguement l'aspect d'une imprégnation d'argent. Ces cellules, dont le centre offre une certaine réfringence, ne contiennent aucune trace de noyau.

En examinant attentivement les parties avoisinantes de quelques-unes de ces nodosités et faisant varier le grossissement, on aperçoit un réseau réfringent de petits bâtonnets articulés les uns avec les autres. De ces bâtonnets, les uns semblent venir se perdre dans la substance propre de

la nodosité, soit par un petit renflement ampulliforme, soit par une petite grappe cellulaire ombelliforme.

On distingue aussi entre ces bâtonnets, et complètement indépendants alors, de gros globules réfringents qui semblent être des bulles graisseuses, comme on en voit survenir parfois à la surface des matières animales en macération dans la glycérine.

Ces bâtonnets sont-ils le mycelium du cryptogame dont les spores formeraient alors l'agrégation cellulaire des nodosités? Ou bien sont-ils indépendants? C'est ce qu'il est bien difficile de décider. Ils semblent être des Mucorinées, sans qu'on puisse toutefois l'affirmer. Notons, en passant, une disposition particulière des bâtonnets : ils s'enroulent autour du cheveu comme le ferait une plante grimpante ; le lierre, par exemple, autour d'une colonne.

Le parasite végétal est-il en relation intime avec la substance propre du cheveu, et y a-t-il, entre les cellules épithéliales du tube capillaire, un mycélium ou des spores? Pour résoudre cette double question, M. Desenne ayant immergé un de ces cheveux dans une solution de potasse caustique à 40 p. 100 pendant quelques minutes, ayant ensuite neutralisé par l'acide acétique pur et dissocié dans la glycérine, a constaté qu'en aucun point les parties profondes du cheveu, ni le canal médullaire, n'étaient infiltrés ; que les bâtonnets sans doute, simplement juxtaposés à la périphérie du cheveu, avaient disparu, pour la majeure partie.

Quelques coupes, pratiquées transversalement à travers ces nodosités, ont rendu encore plus évidente l'intégrité du canal médullaire et des parties environnantes.

Les parties centrales de ces nodosités, vues sur une coupe transversale, sont formées par un stroma cellulaire semblable à celui qui recouvre leur périphérie et dans lequel on découvre quelques cavités en forme de conceptacles contenant quelques grosses cellules qui sembleraient être des thèques.

En de certains points de ces nodosités, et alors qu'on les examine de leur partie superficielle à leur partie profonde, sur un des cheveux simplement imprégnés dans la glycérine, on rencontre quelques espaces plus clairs, plus transparents, laissant deviner des cavités profondes, tranchant sur le fond brun de la nodosité, espaces qui ne seraient alors que ces mêmes conceptacles recouverts de la couche cellulaire polygonale dont il a déjà été fait mention.

M. Desenne ajoute que rien ne l'autorise à parler de leur déhiscence.

La *Canitie sénile* est un phénomène pathologique, mais elle peut se produire, suivant certains auteurs, sous l'influence d'émotions morales très vives. Ce fait est incontestable.

On peut voir quelquefois des poils qui, après avoir poussé blancs, poussent ensuite colorés, de sorte que l'on a une sorte de tigrage du cheveu.

Une autre anomalie, c'est l'albinisme partiel ; il est des individus qui présentent une mèche tranchant par sa blancheur sur la couleur foncée du reste de la chevelure. Cette disposition est souvent héréditaire.

### DESCRIPTION DU CHAMPIGNON DE L'ALOPÉCIE PITYRIASIQUE.

M. le docteur Malassez a étudié avec beaucoup de soin le champignon du *Pityriasis simple*. Avant de donner les altérations anatomiques des cheveux, nous rapporterons les conclusions du premier mémoire de ce consciencieux micrographe. Le pityriasis simple est une affection très vulgaire, c'est cette maladie qui cause la plupart des calvities précoces. Pour recueillir les pellicules, il suffit de faire peigner au peigne fin et brosser la tête du malade au-dessus d'une feuille de papier. Pour dégraisser les pellicules, il faut les laisser un jour ou deux dans l'éther, en ayant soin d'agiter de temps à autre, et de renouveler plusieurs fois le liquide. On reconnaît que l'opération est terminée lorsque l'éther, déposé dans un peu d'eau sur une lame porte-objet, ne laisse plus voir de granulations graisseuses.

Les pellicules, une fois dégraissées, sont conservées dans de l'alcool, celles que l'on garde dans du papier, et sans être dégraissées, s'altèrent. Pour les étudier, on en porte quelques-unes de l'alcool sur la lame porte-objet; on ajoute quelques gouttes d'eau filtrée pour les laisser s'imbiber; les plus épaisses doivent être dissociées avec les aiguilles, puis on recouvre avec la lamelle qu'on fixe avec de la paraffine.

Voici quelles sont les conclusions du premier mémoire de M. Malassez:

« 1° Dans les quelques cas de pityriasis simple que j'ai examinés, j'ai toujours trouvé des champignons microscopiques;

2° Ces champignons sont uniquement constitués par des spores; ils ne possèdent pas de traces de mycélium. Ces spores sont, en général, ovoïdes et bourgeonnantes, plus rarement sphériques. Elles sont très petites; les plus grandes mesurent, en y comprenant le bourgeon, de 4 à 5 $\mu$ de longueur; les plus petites n'ont que 2 $\mu$ de long et sont larges en proportion. Elles sont formées par une enveloppe et un contenu. Quelques-unes sont vides et paraissent mortes. Elles se distinguent de celles de la pelade, en ce que ces dernières sont habituellement sphériques et plus volumineuses; de celles des autres champignons connus, en ce que ces dernières possèdent des tubes de mycélium;

3° Les champignons du Pityriasis habitent la couche cornée de l'épiderme; ils pénètrent dans les follicules, mais sans arriver au niveau des glandes sébacées.

Ils sont ordinairement très abondants, mais leur abondance n'est pas proportionnelle à l'intensité du pityriasis. Ils disparaissent lorsque le pityriasis guérit;

4° Ils paraissent jouer, dans la pathogénie du pityriasis, le même rôle que les autres parasites dans celles des affections cutanées, généralement considérées comme de nature parasitaire. Le pityriasis serait le produit et de l'action directe de ce champignon (phénomène d'ordre physique) et de la réaction de l'individu sous l'influence de la présence du parasite (phénomène d'ordre vital). »

Dans un second mémoire, M. Malassez a complété ses premières recherches en étudiant l'anatomie pathologique de l'alopécie pityriasique qui succède au pityriasis chronique du cuir chevelu. Nous passerons sous silence ce qui a trait aux altérations du cuir chevelu pour ne nous occuper que des cheveux et des follicules pileux (1).

Voici le résumé du mémoire de M. Malassez :

(1) Les cheveux, par suite de l'atrophie croissante des cavités folliculaires. diminuent peu à peu de longueur, leur bulbe se rapproche de plus en plus de la surface cutanée. En même temps et pour la même raison, leur diamètre devient de plus en plus petit. Voici, au point de vue du diamètre des cheveux, les changements que M. Malassez a constatés dans ses différentes préparations :

| | Maximum | Minimum |
|---|---|---|
| Alopécie 1er degré | 100 μ | 90 μ |
| — 2° degré | 60 μ | 30 μ |
| — 3e degré | 30 μ | 20 μ |

Leur structure est également modifiée : la couche épidermique persiste, mais la substance corticale perd plus ou moins son pigment, la moelle disparaît et le bulbe change complètement d'aspect. Toutes ces modifications paraissent se produire à partir du moment où le cheveu n'est plus en rapport avec la papille; elles sont très certainement la conséquence de ce départ. A l'état normal et tant que le cheveu est en rapport avec la papille, le cheveu naît de cet amas de jeunes cellules qui coiffe la papille et compose le bulbe. Les plus périphériques d'entre elles se transforment rapidement pour constituer la gaîne interne : couche externe d'abord, puis ensuite couche moyenne ou de Huxley et couche interne ou épidermique. — Les autres cellules vont former le cheveu : épiderme, substance corticale, substance médullaire; cette transformation se fait d'une façon très régulière.

Lorsque le cheveu a quitté la papille, il naît au milieu d'un amas de cellules appartenant à la gaîne externe. — Son extrémité bulbaire est ramifiée à la façon des racines d'un arbre; cet aspect est très net sur les coupes colorées au picro-carminate, le bulbe et ses ramifications étant colorés en jaune vif et tranchant ainsi sur le fond rouge orangé de la masse cellulaire. — La formation des cellules du cheveu n'est plus régulière et localisée comme à l'état normal; les cellules qui doivent se transformer en cellules corticales ne sont plus réunies en un même point, elles sont disséminées au milieu des autres et leur transformation ne se fait plus simultanément. Les cheveux présentent parfois des renflements sur leur tige. — On trouve à ce niveau des fentes longitudinales, mais pas le champignon comme dans la tricophytie. — Ce sont des cassures indiquant une plus grande friabilité du tissu. Les cheveux en forme de pinceau que l'on observe fréquemment aussi ne sont que des cheveux brisés de cette façon (Malassez, *Archiv. de Physiolog.*, 1874).

*Alopécie au premier degré. — Pityriasis capitis et pilaris.* — Destruction et dilatation de la partie sus-sébacée des follicules par les *pellicules pityriasiques*. Quelques follicules pileux vides de cheveux, mais non encore sensiblement altérés.

*Alopécie au deuxième degré.* — 1° Hypertrophie concentrique et ascendante des parois folliculaires; naissance des cheveux de plus en plus loin de la papille, au milieu de cellules de la gaîne externe; diminution dans leur longueur et leur largeur; perte de la moelle, diminution du pigment.

2° Atrophie du derme, hypertrophie du tissu graisseux sous-cutané.

*Alopécie au troisième degré. — Calvitie.* — 1° Oblitération ascendante d'un grand nombre de follicules pileux ainsi transformés en cordons fibreux, lesquels se rétractent. Disparition de la membrane interne; diminution croissante dans les dimensions des cheveux; chute définitive d'un grand nombre; atrophie de quelques glandes sébacées et de quelques muscles pileux;

2° Atrophie croissante et aspect cicatriciel du derme; augmentation du tissu graisseux sous-dermique; développement des glandes sudoripares.

L'ordre dans lequel ces lésions se sont produites, les rapports évidents qui existent entre plusieurs d'entre elles, peuvent nous donner quelques explications sur la pathogénie de l'alopécie. Dans la théorie la plus généralement admise, la chute des cheveux résulte d'un défaut de nutrition par suite de l'atrophie de la papille; lorsque cette atrophie est définitive, le cheveu ne se produit plus, et le follicule s'oblitère. Cette théorie n'est pas en rapport avec les faits que nous venons de passer en revue: il n'existe pas d'atrophie de la papille au début du moins; le cheveu se produit encore alors qu'il n'est plus en rapport avec la papille; sa chute définitive ne précède pas l'oblitération du follicule.

Le processus est tout autre, il se produit une irritation des parois folliculaires se manifestant par la chute des cheveux et l'hypertrophie des parois des follicules, et c'est cette hypertrophie qui amène l'oblitération de la cavité, la transformation fibreuse du follicule et consécutivement la chute définitive du cheveu (Malassez, *Arch. de physiolog.*, 1874).

### Coupes horizontales des cheveux.

On avait fondé, au point de vue anthropologique, des espérances assez sérieuses sur l'examen des coupes microscopiques pratiquées sur des cheveux ayant appartenu à des individus de différentes races. Nous tenons de source certaine que les résultats de très longues et de très patientes tentatives ont été très inconstants. Si dans une coupe pratiquée dans les cheveux d'un nègre on trouve des caractères différentiels assez nets, sur la tête d'un même individu on rencontrera également tous les intermédiaires, de telle sorte que

l'observateur même le plus exercé n'aura jamais entre les mains des éléments d'une détermination véritablement scientifique.

La coupe verticale des cheveux, dit Hager, donne des résultats différents et sa forme n'est pas caractéristique pour l'espèce de cheveux. Les cheveux d'un même individu peuvent donner une coupe ou ronde, ou ovale, ou triangulaire. Cette forme dépend entièrement de celle de l'ouverture à travers laquelle le cheveu a poussé.

Jusqu'à ces dernières années, c'était une opération très difficile que d'obtenir des coupes de cheveux parfaitement horizontales, mais grâce à l'emploi du collodion (Latteux), ou de la gélatine (Malassez), on obtient facilement ce résultat.

### *Procédé de Latteux.*

« Supposons que l'on veuille obtenir des coupes transversales de cheveux, on prend une plaque de verre et on dépose à l'une de ses extrémités une goutte de cire à cacheter, puis saisissant le cheveu dont on veut faire la coupe, on le fixe sur la cire en le faisant pénétrer au moyen d'une tige de fer ou d'une aiguille qu'on chauffe à la lampe. On fait de même pour un second et un troisième qu'on fixe les uns à côté des autres.

On prend ensuite un morceau de diachylon de la largeur de la plaque de verre et on l'applique à son extrémité opposée. L'adhérence a lieu facilement en appuyant avec la pulpe du doigt. On y dépose également une goutte de cire à cacheter et, reprenant chaque cheveu un à un, on le fixe avec la tige chauffée, par son autre extrémité, de façon à le faire adhérer à la bandelette de diachylon.

Chaque cheveu est disposé à côté de son voisin de façon qu'ils soient tous bien parallèles. Ils sont alors placés de la même manière que les cordes d'un violon. Il s'agit de les fixer dans un milieu suffisamment solide pour les maintenir tels qu'ils sont placés et de façon qu'ils ne puissent revenir sur eux-mêmes et devenir onduleux. Pour arriver à ce résultat nous avons essayé beaucoup de substances, mais aucune ne vaut le collodion. Voici comment on opère : les cheveux étant disposés de la façon décrite ci-dessus, on verse une couche de collodion entre les deux points où l'on a déposé les gouttes de cire. L'éther ne tarde pas à s'évaporer et il reste sur le verre une couche plus ou moins épaisse contenant les cheveux dans son épaisseur.

Il arrive quelquefois, à ce moment, que les cheveux se détendent et deviennent flexueux. C'est alors qu'on détache le diachylon et, le soulevant légèrement, on le fixe un peu plus loin en tirant sur les cheveux et en les tendant doncement.

On verse une nouvelle couche de collodion et on continue à opérer de la sorte jusqu'à ce qu'on ait une membrane d'un millimètre environ d'épaisseur.

On comprend que les cheveux seront disposés d'une manière tellement fixe qu'ils ne pourront aucunement bouger quelle que soit la manœuvre imprimée à la couche de collodion.

On la laisse bien sécher et on procède à la coupe de la façon suivante :

Bien qu'on puisse à la rigueur se servir du microtome ordinaire, nous préférons de beaucoup cependant l'instrument de Lelong, qui permet de maintenir plus solidement l'objet à sectionner.

On coupe dans la plaque de collodion contenant les cheveux un petit carré de un centimètre environ et on l'enferme entre une petite planchette de bois tendre et une plaque de moelle de sureau; puis on fixe le tout entre les mors de la pince de façon que le système dépasse un peu le bord du plan incliné, mais soit maintenu bien fixe et bien immobile.

On opère alors pour faire la coupe, comme s'il s'agissait d'un objet ordinaire et l'on comprend facilement que le rasoir qui appuie contre la plaque de bois ne peut manquer de couper nets les cheveux puisqu'ils ne peuvent bouger ni dans un sens ni dans un autre, maintenus qu'ils sont par le collodion qui les entoure rigoureusement.

On est sûr de la sorte d'avoir des sections absolument perpendiculaires au grand axe de chacun.

On obtient par les coupes de petites lamelles de collodion renfermant dans leur épaisseur des tranches de cheveux. On les mouille alors dans la glycérine, ou mieux dans le baume de Canada, mais dans ce dernier cas il faut éviter de les mouiller avec de l'essence de girofle, qui dissoudrait le collodion et permettrait aux coupes devenues libres de se déplacer et de perdre leur position horizontale. »

LATTEUX, *Technique microscopique*, p. 239.

Il est du reste assez facile de voir si les coupes de cheveux sont parfaitement horizontales. Lorsque l'on déplace l'objectif avec lequel on examine une coupe de cheveux, celle-ci change de plan. Si les deux surfaces de section ne sont pas parfaitement perpendiculaires entre elles, on distingue deux images : la supérieure donne une image qui se projette sans se confondre avec l'image de la section la plus inférieure. Plus la coupe est oblique, plus les surfaces de section sont éloignées l'une de l'autre. Si, au contraire, les deux surfaces de section sont parfaitement perpendiculaires entre elles, on ne voit qu'une seule image horizontale, même en faisant varier le point.

**Caractères des poils appartenant à quelques animaux et en particulier à ceux qui vivent auprès de l'homme.**

Il est une foule de circonstances dans lesquelles il est de la plus haute importance de donner la preuve scientifique d'une erreur d'appréciation sur l'origine de poils trouvés soit sur des vêtements, soit sur des instruments (1). C'est ainsi qu'on a pris pour des cheveux humains des poils de cheval qui adhéraient à un talon de botte, qu'on a confondu des poils de lapin avec des cheveux blancs, et que c'est grâce à l'intervention du microscope, dans les deux cas que nous citons, que l'on a pu faire éclater l'innocence des inculpés.

Maintenant que nous connaissons l'aspect et la structure des poils humains, il nous suffira de placer un poil d'animal quelconque sous le champ du microscope, pour voir d'abord que ce n'est pas un cheveu (2).

(1) Le Dr Jaumes donne comme conclusion à ses recherches, que « l'observation comparative des poils de l'homme et des poils d'un certain nombre d'animaux met hors de doute l'intimité des analogies qui *peuvent exister* entre les uns et les autres, et que dans ces conditions on a peine à comprendre que le problème de la distinction médico-légale entre les poils humains et ceux des animaux ait pu être présentée comme susceptible d'une solution toujours possible et facile. » Il est certain que cette distinction n'est pas toujours facile, et le paraît moins encore lorsqu'on s'attache à démontrer, comme l'a fait l'auteur que nous citons, que chaque caractére d'un poil humain, pris en particulier, peut se retrouver dans les poils d'un autre animal, mais en considérant l'ensemble des caractères, et en ayant soin de toujours comparer à des types de contrôle, on pourra dans un grand nombre de cas conclure avec quelque degré de certitude.

(2) *Œsterlen* appelle tout particulièrement l'attention sur le rapport d'épaisseur qui existe entre la tige et la corde médullaire, entre la substance corticale et la moelle. Ce serait, d'après cet auteur, un signe d'une haute importance. La corde médullaire, dit Œsterlen, existe toujours; cela dépend de la nature du poil examiné; il y a chez les animaux, comme chez l'homme, des poils qui n'ont pas de moelle. Il est vrai que la moelle manque rarement dans les poils d'animaux et que, dans les gros poils, elle s'élargit considérablement de façon à occuper la largeur du poil presque tout entière, mais il est des poils de duvet, contrairement à ce que dit Œsterlen, qui ne possèdent point de canal médullaire, et c'est bien plus au mode particulier d'imbrication des écailles épidermiques,

La meilleure des descriptions ne vaut pas une bonne figure, et la figure la mieux faite ne vaut pas la réalité. Aussi nous

qu'à l'absence de la moelle que l'on distinguera les poils de duvet des animaux, des poils de duvet de l'homme et du fœtus.

*Rapport de largeur entre la corde médullaire et la tige du poil chez l'homme* (Œsterlen).

| | HOMME. | | FEMME. | |
|---|---|---|---|---|
| | Moelle. | Tige. | Moelle. | Tige. |
| Bregma | 0,006 | 0,052 | 0,007 | 0,048 |
| Vertex | 0.018 | 0,055 | 0,012 | 0,081 |
| Tempe | 0,014 | 0,196 | 0,013 | 0,066 |
| Front | 0.012 | 0,191 | 0,008 | 0,054 |
| Cils | 0,004 | 0,843 | 0,011 | 0,076 |
| Sourcils | 0,010 | 0,042 | 0,014 | 0,060 |
| Moustache | 0,032 | 0,123 | | |
| Aisselle | 0,008 | 0,079 | 0,015 | 0,086 |
| Pubis | 0,015 | 0,096 | 0,012 | 0,105 |

| | VIEILLARD. | | ENFANT DE 15 ANS. | |
|---|---|---|---|---|
| | Moelle. | Tige. | Moelle. | Tige. |
| Bregma | 0,012 | 0,059 | 0,012 | 0,059 |
| Nuque | | | 0,010 | 0,061 |
| Vertex | 0,012 | 0,067 | 0,011 | 0,055 |
| Tempe | 0,014 | 0,063 | | |
| Front | 0,011 | | | |
| Sourcil | | | 0,011 | 0,053 |
| ENFANT de un an et demi. — Front | | | 0,009 | 0,039 |
| ENFANT de un an et demi. — Vertex | | | 0,010 | 0,046 |

*Rapport de largeur entre la corde médullaire et la tige chez différents animaux.*

| | Moelle. | Tige. |
|---|---|---|
| Barbet | 0,008 | 0,025 |
| Chien (dos) | 0,084 | 0,011 |
| Chien (jeune) | 0,008 | 0.024 |
| Chat (dos) | 0,057 | 0,075 |
| Chat (ventre) | 0,010 | 0,015 |
| Vache (dos) | 0,057 | 0,096 |
| Lapin | 0,057 | 0,075 |
| Lièvre | 0,099 | 0,108 |
| Taupe (poil fin) | 0,006 | 0,008 |
| Taupe (poil gros) | 0,018 | 0,024 |

engageons nos lecteurs à se familiariser avec l'aspect des poils des animaux qui nous entourent.

Si dans une expertise médico-légale on venait à rencontrer un poil supposé de lapin par exemple, il faudrait immédiatement contrôler ce diagnostic, par la comparaison avec des poils de cet animal.

Nous serons donc très brefs sur ce qui concerne les poils. Les figures parleront assez d'elles-mêmes et le contrôle pour ce qui regarde les animaux domestiques est d'une très grande facilité.

Le **Lièvre** est chassé aussi bien pour sa fourrure que pour sa chair. La Bohême fait un très grand commerce de peaux de lièvre.

Le duvet de lièvre se distingue par une imbrication oblique, qui n'est pas cependant caractéristique.

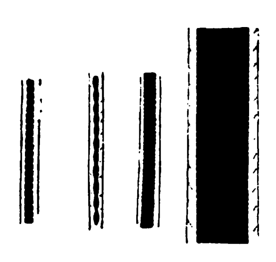


Fig. 562. — Lièvre, différentes formes du poil des pattes.

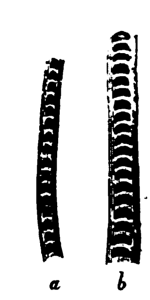



Fig. 563. — Poils de lapin. (*a*, petit poil ; *b*, poil moyen.)

**Lapin.** — Nous avons démontré, par un exemple, qu'il était important de connaître la structure des poils du *lapin*.

Ainsi chez l'homme, avec le maximum de largeur médullaire 0,882, on a : $\frac{m}{T} = \frac{32}{123}$ = rapport de la moelle à la tige.

Avec la plus petite largeur de la corde chez l'animal (taupe) nous avons :

$$\frac{m 6}{T 8}. \text{ Lièvre} = \frac{m\ 99}{T\ 108}. \text{ Vache} = \frac{m\ 57}{T\ 96}.$$

Dans le cas où la coloration de la tige ne laisse pas apercevoir la corde médullaire, on emploie l'acide nitrique qui éclaircit le poil.

Le lapin domestique provient du lapin sauvage. La variété de son pelage est considérable. Le « lapin argenté », qui est gris bleuâtre avec des reflets foncés ou argentés, et dont les extrémités sont noires argentées, est très estimé pour sa fourrure. La chapellerie fait un commerce considérable de poils de lapins.

Les poils de lapins sont formés d'une couche mince de substance pileuse à canal médullaire cloisonné. Sur beaucoup de rongeurs, comme les rats, les souris, les poils sont constitués d'après le même type (Robin).

Nous donnons ci-après la copie d'un rapport du docteur Ducastel, qui démontre l'importance que peut jouer la détermination d'un poil en médecine légale. Un homme âgé, qui avait des habitudes d'ivresse, fut trouvé pendu et le corps couvert de plaies. On accusa de ce crime deux individus qui étaient en de mauvais termes avec la victime. Sur la blouse de l'un des inculpés, on avait trouvé des taches rouges que l'on avait considérées comme ayant été faites par du sang (celui de la victime) et des poils blancs, que l'on supposait avoir appartenu également à la victime.

Après le rapport de M. le docteur Ducastel, les deux inculpés furent mis en liberté. Celui sur lequel pesaient les charges les plus graves se souvint qu'il avait porté dans sa blouse de l'herbe qu'il avait recueillie pour ses lapins; les taches avaient presque toutes été produites par un suc laticifère coloré; les poils étaient des poils de lapins, etc. On supposa que la victime en état d'ivresse, après être tombée sur une herse en fer, s'était pendue volontairement.

### Rapport du docteur Ducastel.

Je soussigné, docteur, etc.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Déclarer : 1° Si du sang trouvé sur des briques était du sang humain, ou bien s'il pouvait provenir d'un lapin;

2° Si des taches brunâtres qui se trouvaient sur un tablier étaient des taches végétales;

3° Si des taches de sang trouvées sur une blouse étaient des taches de sang humain, et si elles pouvaient être anciennes de trois mois.

Serment préalablement prêté, etc.,

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Sur les briques étaient de petites taches formant croûte et présentant à la lumière réfléchie un aspect brillant et une coloration rouge brune. Après avoir détaché de ces croûtes et en avoir placé des fragments, les uns dans le liquide D de M. Bourgogne, les autres dans le sérum artificiel du docteur Malassez (Voy. Sang), voici ce que j'ai pu observer :

Peu après que les fragments étaient placés dans le liquide, il se formait à leur pourtour une zone de diffusion blanchâtre dont la largeur variait avec le volume du fragment.

A l'examen microscopique, la zone de diffusion paraissait formée de granulations fines et brillantes; la masse principale présentait une coloration intense; dans son épaisseur se détachaient des corpuscules sphériques, granuleux, de huit à dix millièmes de millimètre de diamètre, présentant tous les caractères des globules blancs du sang. En employant un fort grossissement, on constatait que la masse principale était formée par la réunion de corpuscules arrondis, ayant une dimension de 5 à 7 $\mu$; nettement limités par des lignes droites, ces corpuscules n'étaient autres que les globules rouges du sang, mais ils se réduisaient rapidement; il fut impossible de les dissocier et de les obtenir isolés quel qu'ait été le procédé employé pour les fixer.

Quand l'action du liquide s'était prolongée quelque temps, la coloration rouge du caillot disparaissait, les lignes délimitant les corpuscules arrondis s'effaçaient, et la masse totale présentait un aspect granuleux; mais au milieu d'elle, on pouvait encore distinguer les globules blancs.

Pour constater que nous avions affaire à du sang, j'ai aussi employé le spectroscope. Ayant placé dans de l'eau distillée quelques-unes des croûtes recueillies sur les briques, j'ai obtenu une solution rouge transparente qui, examinée au microspectroscope, donna la double raie d'absorption de l'hémoglobine : la solution, traitée par le sulfhydrate d'ammoniaque, ne donna plus que la raie unique de l'hémoglobine oxygénée.

Sur le tablier existaient un grand nombre de taches de coloration jaunâtre, la plupart mates à la lumière réfléchie, quelques-unes légèrement brillantes et formant par places de minces croûtes. Leur ayant fait subir les mêmes préparations qu'à celles recueillies sur les briques, j'ai observé des phénomènes tout différents : après que les fragments avaient été placés dans les liquides de Bourgogne et de Malassez, il ne se formait pas à leur pourtour de zone de diffusion, et ces masses offraient une coloration *rousse* toute différente de la coloration rouge des caillots sanguins; on n'y rencontrait aucun des éléments du sang; les principaux éléments qu'on obtenait par la dissociation étaient des grains calcaires, des cellules végétales.

Ayant placé des fragments du tablier dans de l'eau distillée, j'ai obtenu une solution roussatre, trouble, qui, examinée au microspectroscope, ne donna aucune raie d'absorption.

A la partie antérieure de la blouse était une croûte brunâtre, arrondie, à surface brillante, présentant l'aspect extérieur du sang. En ayant recueilli quelques fragments, et les ayant placés dans le liquide D de

Bourgogne et dans le sérum artificiel du docteur Malassez, j'ai vu se produire à leur pourtour une zone de diffusion comme pour les croûtes des briques; à l'examen microscopique, j'ai pu reconnaître l'existence de globules rouges ovalaires de huit millièmes de millimètre de longueur, sur deux millièmes d'épaisseur, globules qui ne peuvent appartenir au sang de l'homme, mais à celui des oiseaux. Sur la partie postérieure de la blouse, on voyait des taches brunâtres, mates, qui n'ont présenté à l'examen microscopique aucun des caractères du sang.

Des différents faits que je viens d'exposer, je crois pouvoir conclure :

1° Les taches qui existent sur les briques sont des taches de sang, mais l'examen comparatif de ce sang, de sang humain et de sang de lapin desséchés, n'a pas fourni de résultats assez positifs pour qu'il soit permis d'affirmer qu'il s'agit de sang humain ou de sang de lapin.

Cependant je crois devoir signaler ici un fait qui peut être de quelque intérêt : en même temps que je détachais les croûtes des briques, j'ai pu recueillir quelques poils blanchâtres de douze à vingt millimètres de longueur;

Ces poils examinés au microscope ont présenté une *striation* transversale à la pointe, une striation à la fois transversale et longitudinale vers la base; cette striation ne s'observe pas dans les poils de l'homme (1), mais nous l'avons retrouvée dans des poils de lapin pris pour terme de comparaison. Au milieu des poils que nous avons recueillis s'en trouvait un blanc de vingt millimètres de longueur environ, présentant les caractères des poils de l'homme ;

2° Les différentes taches du tablier, que nous avons examinées n'ont point présenté les caractères de taches de sang ; elles renferment des cellules végétales; il semble donc admissible qu'elles sont de nature végétale ;

3° Les taches de la partie antérieure de la blouse ont présenté des caractères du sang; mais ce n'étaient pas ceux du sang humain, mais bien ceux du sang des oiseaux. Cette tache pourrait remonter à trois mois.

Certifié le présent rapport sincère et véritable.

Paris, le 28 juin 1875.

R. Ducastel.

**Poils du chat.** — La peau du chat domestique est très employée dans le commerce des fourrures, mais elle est moins estimée que celle du chat angora, qui n'est qu'une variété du premier. Cette dernière, dit M. Pennetier, remplace quelquefois la fourrure du renard-isatis ou bleu à laquelle elle est inférieure.

Les poils de chat, dit M. Robin, sont assez fréquents dans

(1) Cette striation peut se trouver dans les poils de l'homme (Jaumes).

les poussières; ils sont assez rigides et ont des cavités médullaires analogues à celles des poils de lapin, mais plus petites et cessant d'exister loin de la pointe. Le bord des cellules de leur couche épithéliale forme à leur surface des lignes transversales bien dessinées (1).

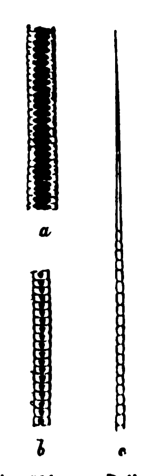


Fig. 564. — Poil de chat. — *a*, de grosseur moyenne. — *b*, poil mince. — *c*, extrémité libre.

**Laine.** — La laine est fournie par des auimaux appartenant à l'ordre des ruminants : moutons, chèvres de Cachemire et d'Angora et les lamas (lama proprement dit, alpaca, vigogne).

Il y a un rapport constant entre la finesse de la peau et celle du brin de laine. Plus la peau est épaisse, plus la laine est grosse.

Plus les poils de mouton sont longs et fins, plus ils sont contournés sur eux-mêmes.

Dans les poils de laine on distingue ceux de la *jarre* qui sont grossiers, plus gros du tiers à la moitié que ceux de la laine proprement dite. Ils sont pourvus d'un canal médullaire rempli de cellules encore reconnaissables ou marquées par des gra-

(1) Les dentelures formées à la surface d'un grand nombre de poils par le relèvement du bord des cellules épithéliales se présentent de façons très différentes suivant les animaux que l'on examine. Nous empruntons au Dr Jaumes le tableau suivant :

*Poils humains :* 3 cheveux blancs et 4 cheveux colorés entièrement lisses.
5 — 8 — avec dentelures
Cheveux d'un enfant de 7 mois colorés. Dentelures peu proéminentes.
Cheveux d'un fœtus à terme colorés. Dentelures peu prononcées.
Poils du pubis colorés. Quelques traces de dentelures sur un des fragments.

*Poils des animaux.*
*Porc.* Aucun poil n'offre trace de dentelures.
*Chèvre.* 2 préparations de poils entièrement lisses.
— — — sauf un poil avec quelques ondulations légères.

nulations qu'elles renferment et qui réfractent fortement la lumière.

Nous donnons des mensurations effectuées sur des laines diverses. La laine proprement dite est toujours plus fine que la jarre ; les brins sont plus transparents et dépourvus de canal central.

Une des laines les plus estimées est celle de Saxe : on compte jusqu'à soixante brins sur chaque millimètre de surface dans les toisons de laine électorale superfine, et cinquante-trois dans l'électorale fine ; le diamètre des brins varie de $0^{mm},01663$, à $0^{mm},0778$ dans la première, et de $0^{mm},01778$ à $0^{mm},0208$ dans la seconde (Pennetier).

*Ane.* Tous les poils colorés sont lisses.
Poils blancs : quelques fragments offrent des dentelures peu accusées.

*Cheval.* Poil blanc lisse.
— sur quelques parties, ondulations à peine appréciables.
— dentelures assez régulières.

*Veau.* Poil blanc volumineux lisse.
Poil blanc fin volumineux, dentelures régulières peu saillantes.
Poils colorés, lisses.

*Vache.* Poils colorés, lisses.
Poils blancs, sur quelques fragments çà et là quelques dentelures extrêmement peu saillantes.

*Chien jeune.* Poils blancs, lisses.
— les uns lisses, sur les autres, quelques dentelures extrêmement peu saillantes.
— sur quelques-uns, dentelures très prononcées.
— sur d'autres, dentelures moins prononcées, lisses.
— sur les autres, dentelures très peu saillantes.

*Chien adulte.* Poils blancs, tous lisses, sauf un à dentelures assez prononcées.
Poil blanc, sur un fragment, dentelure assez faible.
Poils blancs (poitrine), sur tous, dentelures très saillantes.
— (moustaches) lisses.
— lisses.
— sur un fragment volumineux, dentelures médiocrement accusées.
Sur les poils fins, dentelures très saillantes.

On voit, d'après ce tableau, que chez tous les animaux domestiques cités on peut trouver des dentelures à la surface des poils.

M. Alcan a calculé la longueur et le diamètre de plusieurs échantillons de laines anglaises. Voici, d'après Pennetier, le résultat de ces mensurations : *Yorkshire* 1re qualité, longueur 20 cent. ; diamètres variables de 0mm,0264 à 0mm,044.

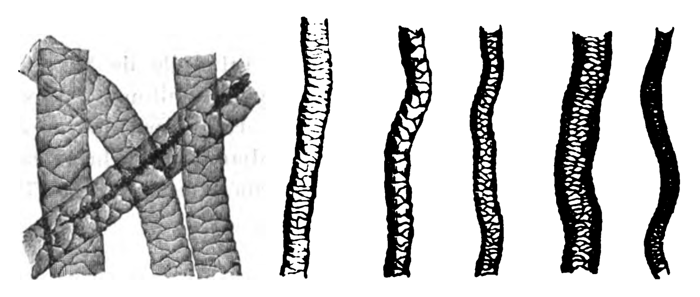


Fig. 565. — Laine vue au microscope. Fig. 566. — Laine ; formes des écailles.

*Yorkshire* 2e qualité, longueur 20 cent. ; diamètres variables de 0mm,033 à 0mm,0625.

*Leicestershire*, longueur de 15 à 18 cent. ; diamètres variables de 0mm,028 à 0mm,043.

Les laines anglaises sont très recherchées.

Le diamètre des laines varie de 5 centièmes à 16 millièmes de millimètre, il varie non seulement avec les régions du corps d'où sortent les brins, mais aussi avec les races de moutons et les provenances de laines. Sous ce rapport les laines ont été divisées en cinq catégories, savoir :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Laines extra-fines | 0mm,016 | à | 0mm,02 |
| Laines fines | 0mm,02 | à | 0mm,025 |
| Laines intermédiaires | 0mm,025 | à | 0mm,032 |
| Laines communes | 0mm,03 | à | 0mm,05 |
| Laines grosses | 0mm,05 | à | 0mm,10 |

« Le nombre et la forme des ondulations dépendent elles-mêmes du diamètre. Ce nombre varie de 35 et quelquefois plus, à 8 seulement par pouce, selon le plus ou moins de finesse des laines et les ondulations les plus régulières, les plus petites et les plus verticales se rencontrent ordinaire-

ment aussi dans les laines les plus régulièrement fines. »

« Ce rapport constant entre le diamètre des brins et leurs propriétés physiques est de la plus haute importance et permet d'apprécier la valeur réelle des laines. La souplesse, la ténacité et l'élasticité des brins correspondent à leur diamètre; l'étoffe produite présente ordinairement des qualités d'autant plus précieuses que leur finesse est plus considérable. Un poids donné de laine donne d'ailleurs un fil d'autant plus long que les brins sont plus fins, la force du fil restant la même... »

« Un kilogramme de laine fournit souvent de 27 à 30,000 mètres de fil, mais cette longueur peut être infiniment dépassée lorsque la toison est superfine. On a obtenu des résultats bien autrement remarquables avec une livre anglaise (453 grammes) de laine d'un mouton élevé par l'illustre naturaliste J. Banks, qui a tant perfectionné l'art agricole en Angleterre : une femme en a tiré 153,399 mètres de fil, résultat qui tient du prodige; plus de 38 lieues, c'est-à-dire presque la distance de Paris à la mer (Pennetier, *loc. cit.*). »

Lorsqu'on examine la laine à un grossissement de 400 D. environ, elle apparaît formée de tubes dont la surface est hérissée d'écailles irrégulières. On rend ces dernières très apparentes par l'addition d'une goutte d'ammoniure de cuivre qui détermine également un faible gonflement des grains. La laine présente des stries nombreuses, extrêmement fines et parallèles à l'axe, et d'autres transversales cannelées plus ou moins visibles et rappelant assez celles des poils d'animaux carnivores. Les brins apparaissent souvent comme formés de petits cônes ou cornets emboîtés les uns dans les autres, et dont les bords seraient régulièrement découpés; mais cette apparence est uniquement due à la disposition des lamelles de la surface des poils. Le bord des brins est denticulé en scie, ce qui donne aux laines la propriété de s'enchevêtrer par le foulage. Enfin, on aperçoit au centre, mais seulement sur les laines raides et grosses, un canal médullaire contenant de place en place un liquide coloré.

La coupe arrondie ou elliptique des brins présente soit une surface pleine limitée par une paroi plus ou moins fine (laines

fines) soit un canal médullaire circulaire et de diamètre variable (laines grosses).

Les écailles superficielles dont la forme varie avec les diverses sortes de laines ne se remarquent plus sur la pointe fine qui termine les brins de la première tonte.

Lorsqu'on soumet à l'examen microscopique un brin de laine de suint, on le trouve recouvert de dépôts irréguliers que le lavage fait complètement disparaître. Le lavage et le filage n'altèrent nullement la structure de la laine; mais, comme il est facile de le comprendre, les saillies des stries transversales disparaissent presque complètement dans la laine usée (Pennetier, *loc. cit.*).

La laine la plus belle de France est celle de Raz. Le diamètre des laines extra-fines varie de $0^{mm},02$ à $0^{mm},025$ (Pennetier).

Les laines de Bourgogne ont une longueur qui varie de 7 à 9 centimètres, et leur diamètre varie de $0^{mm},0132$ à $0^{mm},0352$ (Alcan).

Les laines de Champagne leur sont inférieures. Leur longueur est de 8 à 10 centimètres et leur diamètre qui, le plus souvent, est de $0^{mm},0235$, varie de $0^{mm},02$ à $0^{mm},026$ (Alcan).

La laine soyeuse de Mauchamp, connue sous le nom de cachemire indigène, est admirable par la longueur (6 à 8 centim.), la souplesse, la finesse ($0^{mm},0154$ à $0^{mm},0308$; souvent $0^{mm},022$) (Alcan).

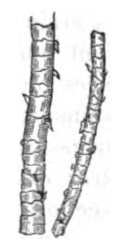


Fig. 567. — Laine de vigogne.

La solution de sucre additionnée d'acide sulfurique colore la laine en rose, jamais elle n'est colorée en bleu par la solution iodée additionnée d'acide sulfurique.

**Laine de vigogne.** — Cette laine est extrêmement peu frisée; elle est fort douce et très remarquable par la finesse et la régularité de ses brins. Les stries et les écailles superficielles sont très difficiles à apercevoir et le diamètre des brins varie de $0^{mm},007$ à $0^{mm},01$. Les poils jarreux sont rares et présentent, comme dans l'alpaca, un canal central (Pennetier).

C'est un poil doux, duveteux, couleur de cannelle et ressemblant assez dans sa structure à celui du mouton. Il est généra-

lement mêlé d'un certain nombre de poils trois fois plus gros. qui paraissent noirs sous le microscope.

La vigogne du commerce est un mélange de laine et de coton (Hager).

**Laine de chèvre.** — Les brins de laine de chèvre diffèrent de ceux du mouton par leurs cellules épithéliales qui sont moins saillantes, et par les stries de leur substance propre qui, par contre, sont plus apparentes (Pennetier). Ajoutons que d'après le D^r Jaumes, les poils de chèvre ont une moelle.

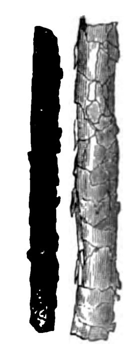


Fig. 568. — Laine d'alpaca.

**Laine d'alpaca.** — La laine d'*alpaca* ou *paco* des Péruviens est soyeuse, douce et résistante. Les cellules superficielles des poils d'alpaca sont le plus souvent complètement invisibles, leurs stries longitudinales sont toujours plus prononcées et parfois les stries transversales sont également apparentes et présentent l'imbrication épithéliale des poils de chèvre. Leur diamètre, qui est assez irrégulier, varie de $0^{mm},023$ à $0^{mm},03$ et les poils jarreux seuls sont creusés d'un canal central.

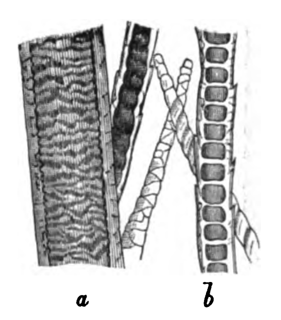



Fig. 569. — Zibeline. — *a*. Poil gros. — *b*. Poil fin et duvet.

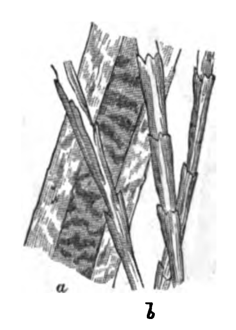



Fig. 570. — Loutre de Virginie. — *a*. Gros poil. — *b*. Duvet.

La fourrure de la **marte-zibeline** est très estimée en raison de sa finesse. Les *zibelines* le l'Ienisséi sont surtout recherchées. Elles tendent à devenir très rares, à cause de la chasse active

qui leur est faite. Comme la **zibeline**, la **loutre** est l'objet d'un grand commerce et atteint des prix élevés. C'est la noire qui est la plus recherchée. La loutre commune ou d'Europe est moins prisée que celle de l'Amérique du Nord, du Canada et de

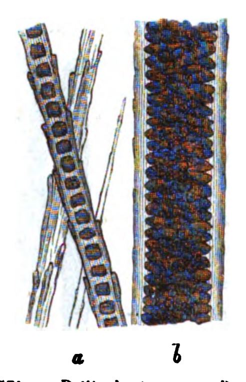



Fig. 571. — Petite loutre. — *a*. Duvet. — *b*. Gros poil.

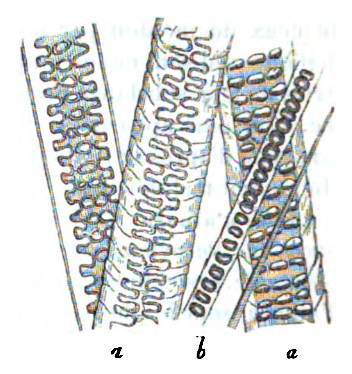



Fig. 572. — Hamster. — *aa*. Gros poils — *b*. Duvet.

la Virginie. La loutre de mer, qui habite les rivages de l'Amérique septentrionale et du Kamtchatka, est la plus rare et la plus estimée (Pennetier).

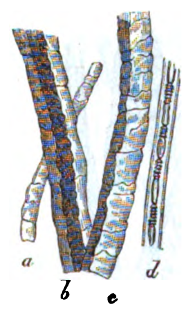



Fig. 573. — Poils de castor. — *a*. Pointe. — *b, c*. Poils supérieurs. — *a, d*. Poils de duvet.



Fig. 574. — Castor. — Poils supérieurs.

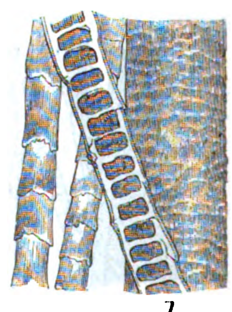



Fig. 575. — Renard. — *a*. Poils de duvet. — *b*. Poil fin.

**Hamster**. — C'est un rongeur de la grosseur d'un rat, que l'on trouve en Alsace, en Saxe et même en Sibérie. Son pelage

est composé d'un duvet long et court et de poils soyeux assez longs, noirs à l'extrémité. Leur couleur varie du brun roux au noir.

**Castor.** — La fourrure du castor est l'objet d'un grand commerce; la majorité des peaux vient de l'Amérique septentrionale.

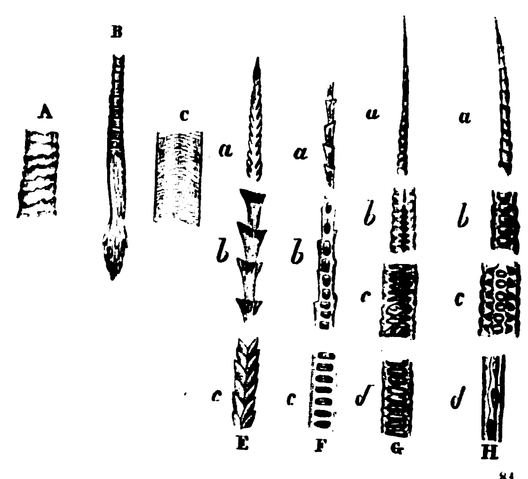



Fig. 576. — Poils de différentes espèces animales. — A. Cheveu blond $\frac{81}{1}$, — B. Poil follet $\frac{100}{1}$. — C. Barbe (homme) $\frac{50}{1}$. — E. Poil de chauve-souris. — *a*. Extrémité terminale; *b*. Milieu; *c*. Base; F. Poil de musaraigne; *a*. Extrémité terminale; *b*. Milieu; *c*. Base. — G. Poil de souris. — *a*. Extrémité terminale; *b*. Une seule rangée de cellules; *c*. Plusieurs rangées de cellules, milieu; *d*. Base. — H. Poil de cobaye. — *a*. Extrémité terminale, une rangée de cellules; *b*. Milieu; *c*. Plusieurs rangées de cellules; *d*. Base.

**Renard.** — Il peut être important de connaître l'aspect des poils du renard commun. On peut en retrouver des poils sur les vêtements d'un chasseur et avoir à en déterminer la nature.

**Chien domestique.** — La structure des poils est la même chez les chiens à longs poils que chez ceux à poils courts.

Les gros poils noirs et les moyens ne laissent pas passer la lumière.

Quand l'air a été chassé de la moelle, on voit par transparence les cellules du cordon médullaire.

Les poils blancs sont les plus favorables à l'examen microscopique ; les gros poils noirs n'ont pas de caractères différenciels très précis.

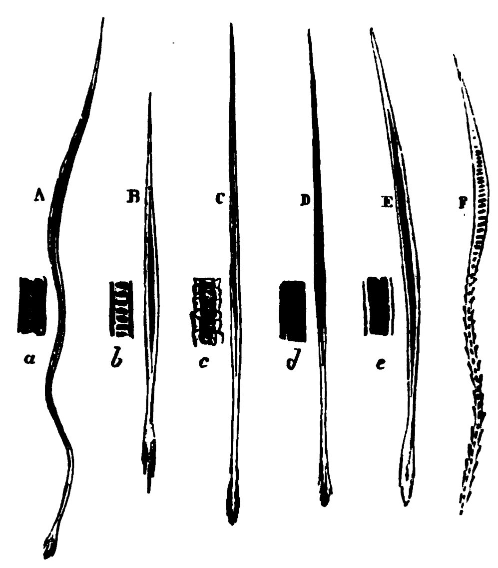



**Fig. 577.** — Poils de différents animaux domestiques. — A. Lapin argenté $\frac{6}{1}$; *a*, $\frac{60}{1}$. — B. Souris $\frac{20}{1}$ ; *b*, $\frac{70}{1}$. — C. Veau $\frac{4}{1}$; *c*, $\frac{50}{1}$. — D. Cheval ; *d*, $\frac{50}{1}$. — E, Chèvre blanche poil fin $\frac{2}{2}$ (Poils grossiers sont des crins) ; *e*, $\frac{20}{1}$. — F. Taupe $\frac{100}{1}$.

**Conservation des pelleteries** (Pennetier, *loc. cit.*). — Les fourrures et les pelleteries sont attaquées par un certain nombre d'insectes dont les larves peuvent causer des ravages considérables. Nous ne ferons que les signaler ici, renvoyant au travail de M. Pennetier pour plus de détails. Le plus redoutable est le *Dermeste renard*. La plupart de ces larves ont des mâchoires très puissantes et sont très voraces.

Parmi les vers nous signalerons les dermestes, les anthrènes, les attagènes, les teignes des pelleteries. Ces larves, en se métamorphosant, donnent naissance à des insectes parfaits qui, s'ils sont inoffensifs par eux-mêmes, mais pondent des œufs en nombre considérable, qu'il est important de détruire.

A côté de ces insectes parasites, nous signalerons également des Acariens que l'on rencontre à divers états de développement. M. Pennetier signale le *Cheyletus eruditus*, le *Glyciphagus spinipes*, le *Tyroglyphus longior*. (Voir le chapitre des *Parasites*.)

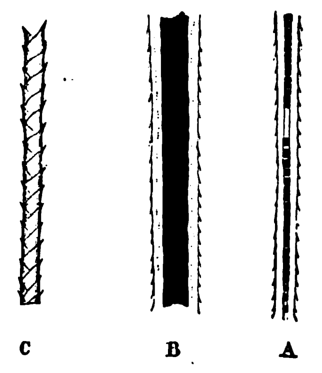



Fig. 578. — Chien domestique. — A. Poil fin. — B. Poil moyen. — C. Duvet.

Les cheveux postiches ou les cheveux coupés sont fréquemment détériorés par un insecte dont nous n'avons pu nous procurer un exemplaire, bien qu'il soit relativement commun. L'examen d'un fourreau adhérent aux cheveux, fait par M. Mégnin, a permis de voir qu'il contenait encore la carapace d'une nymphe d'où l'insecte parfait était sorti. Avec ces seuls éléments, il n'a pas été possible à M. Mégnin de faire un

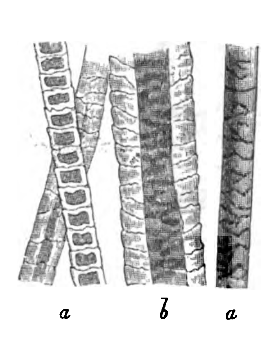



Fig. 579. — Chien de prairie. — *a*, *a*. Duvet. — *b*. Gros poil.

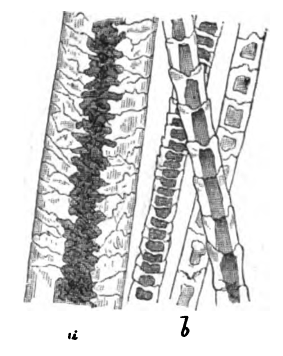



Fig. 580. — Rat musqué. — *a*. Gros Poil. — *b*. Duvet.

diagnostic précis, et ce savant hésite entre le *Tinea sarcinella* (de Linné) et le *Tinea crinella* (Tr.), penchant plutôt pour le second insecte.

**Conservation des poils.** — Les poils et les cheveux sont d'une conservation très facile. On les nettoie avec de l'éther ou

de l'alcool rectifié et on les monte dans le baume de Canada, après avoir pris la précaution de les bien sécher. On peut encore employer l'eau glycérinée de préférence à l'eau sucrée en consistance sirupeuse (1).

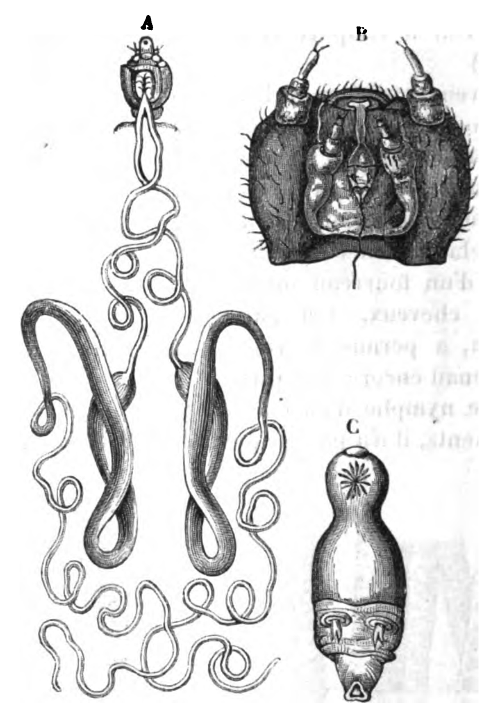



Fig. 581. — Appareil sécréteur de la soie. — A. Glandes séricipares. — B. Tête de ver à soie vue en dessous, montrant la filière et le fil qui en sort. — C. Filière vue séparément.

**Soie.** — La soie est un produit de sécrétion des chenilles de plusieurs Lépidoptères de la famille des Bombyciens.

Elle est sécrétée par un appareil glandulaire, analogue aux glandes salivaires. La matière qui constitue cette sécrétion d'abord molle et gluante est étirée en fil double, puis devenant unique et se durcissant à l'air. C'est ainsi qu'est

(1) On trouvera sur les fourrures et sur les pelleteries des renseignements très intéressants dans le livre de M. Pennetier, chez G. Masson.

formé le cocon qui doit abriter les métamorphoses de l'insecte.

On trouvera les renseignements les plus complets sur les variétés commerciales de la soie, dans l'ouvrage de M. Pennetier, ainsi que dans le Dictionnaire de Chevalier et Baudrimont; dans ce dernier ouvrage est reproduit un tableau dû à MM. *Wiesner* et *Prash*, dans lequel sont donnés les différents diamètres de cinq espèces de soies, mesurés comparativement au diamètre de la soie produite par le *Bombyx mori*.

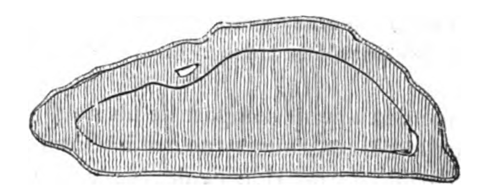


Fig. 582. — Coupe transversale du réservoir séricifique. (Grossissement 60 diamètres.)

La soie, dit M. *Wiesner*, se compose de fils plus ou moins aplatis, et striés parallèlement à leur grand axe; cette striation proviendrait de cé que la masse englobée dans la substance gélatineuse est traversée par de nombreux petits canaux qui, étant remplis d'air ou d'une substance peu réfringente, paraissent opaques lorsqu'ils sont observés au microscope (Chevallier et Baudrimont). On ne peut découvrir dans la cassure des filaments de soie aucune fibrille élémentaire.

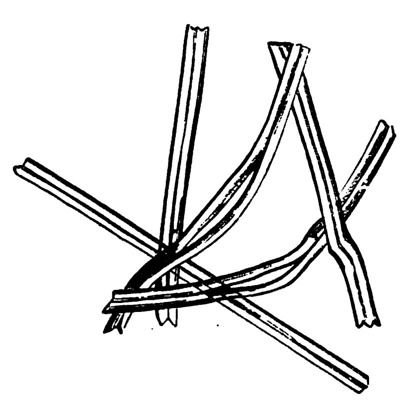


Fig. 583. — Soie de cocon vue au microscope.

Sous l'action de l'acide azotique, l'ensemble des filaments jaunit un peu, chacun se gonfle au point d'acquérir un diamètre de 0mm,05 et plus. Cette expérience peut être faite dans la lu-

mière polarisée. On voit alors chaque filament s'assombrir au fur et à mesure qu'il se ramollit en se gonflant et finir par disparaître. D'après Robin et Courlier, l'emploi de la lumière polarisée n'a pas grande valeur au point de vue de la distinction des fibres textiles; cependant l'examen à la lumière polarisée pourrait au moins servir à différencier les variétés commerciales les unes des autres. (Chevalier et Baudrimont, p. 1022.)

D'après Hager, la soie se compose de fils doubles, brillants, compactes, cylindriques, sans structure intérieure, ne possédant pas de cavité, à réflexion égale. La coupe d'un fil de cocon présente des contours anguleux. La soie teinte paraît en certains endroits comme aplatie ou inégale. L'absence de cavité intérieure distingue la soie de toutes les autres fibres textiles. Le mélange de sucre et d'acide sulfurique colore la soie en rose, plus vite que la laine et la dissocie rapidement. La couche extérieure, en se gonflant, montre un contour sinueux et denté. Tant que la solution n'est pas complète, on y remarque un fil longitudinal intérieur encore solide, qu'il ne faut pas confondre avec une cavité et qui est de la substance encore intacte. La soie nommée *Yama-may* montre une rayure longitudinale très prononcée et une coupe poreuse.

**Soie marine.** — On appelle encore la *soie marine*, poil de nacre. Elle est constituée par le *byssus*, faisceau de filaments soyeux, à l'aide duquel certains mollusques bivalves, tels que les jambonneaux, adhèrent aux corps sous-marins. (Pennetier, p. 387.)

Cette matière est sécrétée par des glandes cutanées situées à la base du prolongement contractile de l'abdomen nommé pied et est filée par une rainure de celui-ci.

Voici, d'après Pennetier, les caractères microscopiques et microchimiques de ce produit. L'examen du byssus d'un *Pinna vexillum* (Born) montre des filaments jaunes aplatis, à bords droits, à cassure nette, à surface lisse ou très finement striée longitudinalement, à diamètre variable et fort irrégulier. Ce dernier mesure de $0^{mm},013$ à $0^{mm},55$ et présente dans un même brin de très grandes variations, passant successi-

vement par exemple, de 0,035 à 0,048, 0,054 puis redescendant à 0,048, 0,042 pour remonter à 0,044 et 0,051.

L'ammoniure de cuivre rend très apparentes les stries de la surface des brins qui sont très fines et fort nombreuses. Son action prolongée détermine des sinuosités sur les bords et

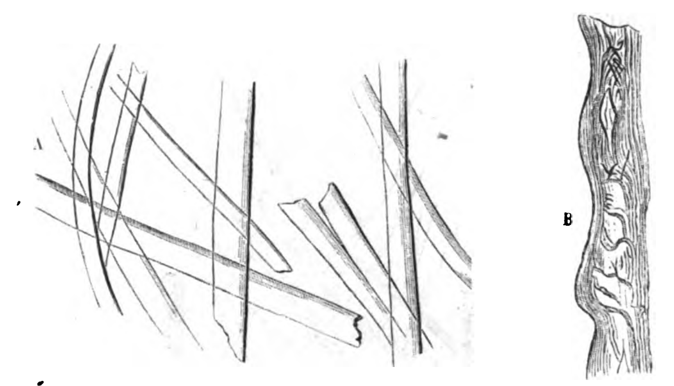



Fig. 584. — A. Soie marine. — B. La même soumise vingt-quatre heures à l'action de l'ammoniure du cuivre.

une foule d'éraillures à la surface ; il suffit même d'une légère pression pour isoler complètement les stries en des points multiples (*fig.* 578).

L'acide sulfurique gonfle les brins et dissocie également, quoique moins fortement, les fibrilles élémentaires, de manière à produire à la surface des filaments de nombreuses boutonnières longitudinales, transversales et obliques.

Les acides acétique et chlorhydrique, l'ammoniaque et la soude, gonflent aussi les brins, qui, sous l'action suffisamment prolongée du réactif, acquièrent un diamètre allant jusqu'à $0^{mm},075$.

Les anciens faisaient usage de la soie marine ; aujourd'hui encore il existe à Palerme des fabriques d'objets de bonneterie faits avec le byssus des jambonneaux de la Méditerranée, les *Pinna nobilis et rudis* principalement.

Pour plus de détails, on consultera avec fruit l'ouvrage si complet de M. Pennetier, auquel nous renvoyons le lecteur.

**Structure des plumes et du duvet.** — Pour tout ce qui

concerne l'industrie des plumes et des pelleteries d'oiseaux, on devra se reporter à l'ouvrage de M. Pennetier, où l'on trouvera des renseignements d'un grand intérêt.

Comme nous l'avons dit à propos des poussières, on trouve fréquemment des brins de plumes sur les objets exposés à l'air; il faut donc être en état de les reconnaître. Chaque

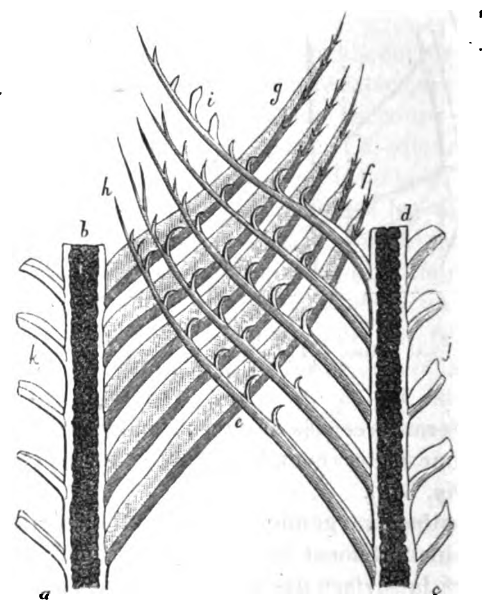



**Fig. 585. — Plume tectrice d'une poule faisane grossie 400 fois. — *ab* et *cd* sont les barbes de la plume portant de chaque côté une rangée de barbules, *g*, *j*, *k*, *e*. (D'après Ch. Robin.)**

barbule de plume, dit M. Robin, est formée d'une côte, du bord inférieur de laquelle se détache une mince bordure membraneuse (*bg*) très pâle. La côte porte de petites pointes vers sa terminaison (*f*). Les barbules du côté opposé (*k*), ou, si l'on veut, celles qui les croisent en venant de la barbe voisine (*i*), ont cette bordure inférieure bien plus étroite et divisée bientôt en crochets qui griffent et retiennent chacun la côte de la barbule que croise celle qui les porte (*cd*), d'où l'adhérence des barbules les unes aux autres.

Près du bout de la barbule ces crochets se réduisent à une pointe presque droite, mousse ou aiguë (*h*), ou à un étroit prolongement foliacé (*i*) plus ou moins long. Ces dernières dispositions se retrouvent sur toutes les plumes molles, à barbules non adhérentes les unes aux autres. Ce sont les barbules détachées, plus que les barbes, que l'on voit dans les poussières.

Dans les plumes de duvet (fig. 586) les barbules (*d*, *i*) sont réduites à la côte formée de cellules allongées, soudées bout à bout, renflées en nœud portant ou non deux petites pointes à son extrémité externe. Ces barbules sont très minces, aplaties et par suite paraissent étroites et foncées, ou rubanées et pâles, selon qu'on les voit de face (*f*) ou de côté (*d*, *i*) ; sur le bout des plumes molles les barbules sans crochets (*b*) sont aussi formées de cellules articulées bout à bout, dont l'extrémité externe est restée renflée et prolongée ou non en pointe plus ou moins longue (*e*).

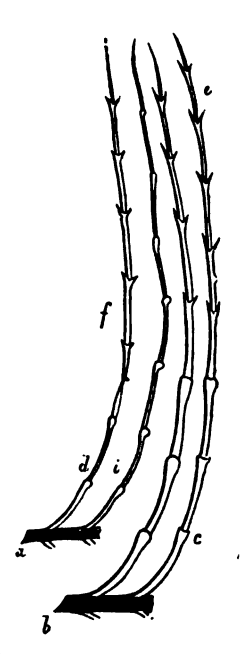



Fig. 586. — Plumes de duvet grossies 405 fois. — *a*. Barbe d'une plume de duvet placée sous les tectrices alaires du corbeau ; — *b*. Barbe d'une plume molle, à barbules sans crochet ni bordure membraneuse, non adhérentes les unes aux autres. (D'après Ch. Robin.)

On trouve souvent dans la préparation d'objets divers sur lesquels est tombée de la poussière, soit des fragments de barbe avec leurs barbules, soit des débris de ces dernières seulement. Tantôt ce sont de celles dont il vient d'être parlé (*c*, *d*), d'autres fois ce sont des barbules à crochets (*e*, *h*, fig. 585) ou simplement à bordure membraneuse (*g*).

## APPENDICE.

### *Sur les substances que l'on peut trouver dans le sillon qui sépare l'extrémité libre de l'ongle de la pulpe du doigt.*

Nous n'avons pas à nous occuper ici des déformations et des colorations professionnelles de l'ongle. Cette étude a été faite au point de vue de l'identité, par le Dr Tardieu et plus récemment par M. Vernois.

On comprend combien est grand le nombre des substances qui peuvent être rencontrées dans le pli sous-unguéal; le charbonnier, le boulanger, le cuisinier, le boucher, le coiffeur. portent sous leur ongle des substances qui peuvent servir à faire nettement reconnaître leur profession, dans le cas où la main, ou même un seul doigt, viendraient à être détachés; les particules charbonneuses, la farine, les substances grasses, les débris de substances alimentaires, les poils d'animaux ou des fragments de cheveux, pourront facilement être reconnus. Suivant les objets qui ont été en contact avec la main, on trouvera, dans le repli sous-unguéal, les poussières les plus variées, et les objets microscopiques les plus inattendus.

Nous avons voulu seulement signaler l'importance de cette étude, et nous ne voulons pas, quant à présent au moins, insister davantage. Il nous suffira de donner quelques exemples empruntés aux auteurs. Chez les vidangeurs et chez les palefreniers, on trouvera des débris de matières organiques animales, et, chez ces derniers, des poils de cheval: chez les marchands de marrons rôtis, on trouvera une poussière noire et des débris de l'enveloppe du marron imparfaitement carbonisés. On rencontrera au-dessous des ongles des ouvrières qui diamantent des fleurs avec le verre, une poussière fine et brillante. M. Tardieu a donné un procédé pour déterminer chimiquement la présence de la poudre sur les doigts et sous les ongles des combattants.

Chez les ouvriers qui travaillent les métaux, le fer ou le cuivre, on rencontre sous les ongles des particules métalliques que l'on traitera par les réactifs appropriés.

FIN.

# TABLE ALPHABÉTIQUE

## A

## H



## I



## J



## K



## L

## M

## N



## O

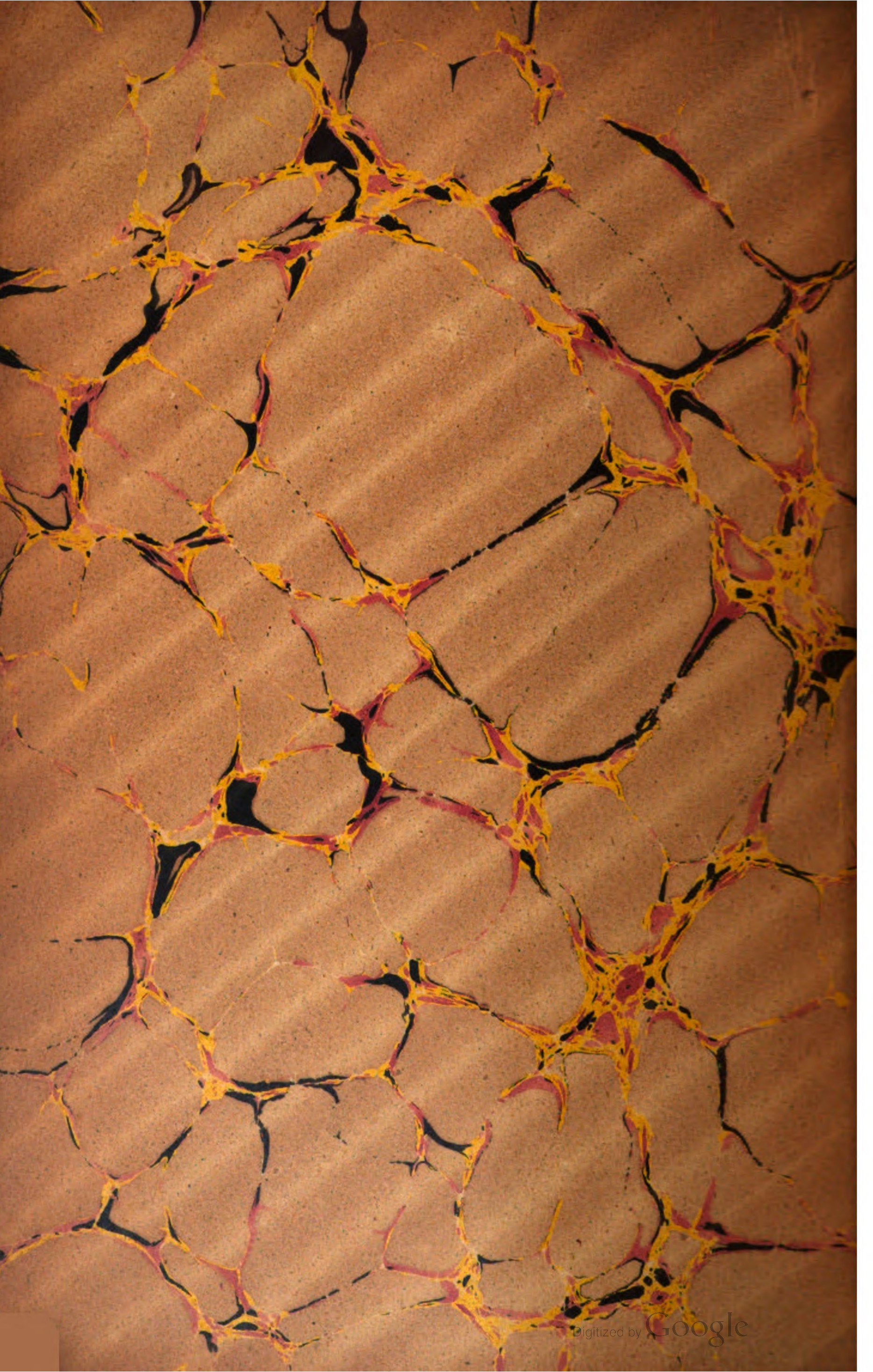
## Q

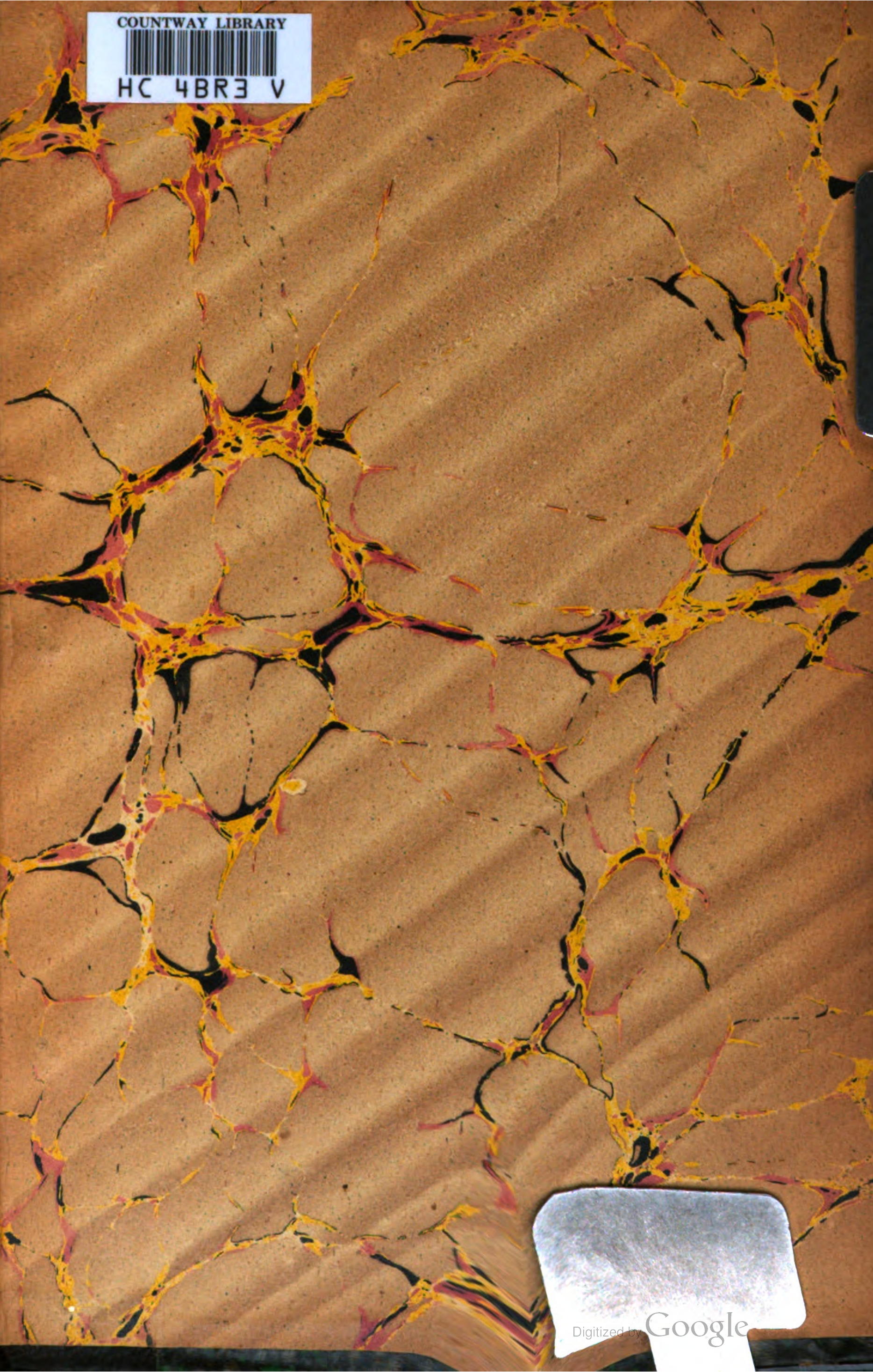


## R

## T

8055-87. — Corbeil. Imprimerie Crété.




COUNTWAY LIBRARY
HC 4BR3 V
Digitized by Google

